

TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN TOIMIALA

Tietotekniikka

Tietoliikennetekniikka

INSINÖÖRITYÖ

Patentti- ja rekisterihallituksen puhepalvelujen kehittäminen

**Työn tekijä: Kristian Immonen
Työn valvoja: Seppo Lehtimäki
Työn ohjaaja: Timo Junnonen**

Työ hyväksytty: __. __. 2007

**Seppo Lehtimäki
lehtori**

ALKULAUSE

Tämä insinöörityö tehtiin Patentti- ja rekisterihallitukselle. Kiitän projektissa mukana olleita henkilöitä: työn valvojaa lehtori Seppo Lehtimäkeä, työn ohjaajaa IT-päällikkö Timo Junosta sekä puhelintyöryhmään kuuluneita: Heikki Tuomista, Jaana Lindbergiä, Kristiina Grönlundia ja Kirsi Lahtista.

Helsingissä 31.8.2007

Kristian Immonen

INSINÖÖRITYÖN TIIVISTELMÄ

Tekijä: Kristian Immonen	
Työn nimi: Patentti- ja rekisterihallituksen puhepalvelujen kehittäminen	
Päivämäärä: 31.8.2007	Sivumäärä: 49 s. + 1 liite
Koulutusohjelma: Tietotekniikka	Suuntautumisvaihtoehto: Tietoliikennetekniikka
Työn valvoja: lehtori Seppo Lehtimäki	
Työn ohjaaja: IT-päällikkö Timo Junnonen	
<p>Tämä insinööritö tehtiin Patentti- ja rekisterihallitukselle. Työssä selvitettiin puhepalvelujärjestelmän kehittämisen vaihtoehtoja. Työn tavoitteena oli tehdä Patentti- ja rekisterihallitukselle selvitys siitä, miten senhetkistä puhelineratkaisua tulisi kehittää, jotta se saavuttaisi asetetut käyttäjien ja tekniikan vaatimukset. Työssä tutustuttiin myös piiri- ja pakettikytkentäiseen verkkoon ja tulevaisuuden puhelinverkkoihin.</p> <p>Työ aloitettiin tutustumalla Patentti- ja rekisterihallituksen puhepalvelujärjestelmän nykytilaan ja kustannuksiin. Sen jälkeen selvitettiin vaihtoehtoisia ratkaisuja ja niiden tarjoamia palveluja. Vaihtoehtoisissa ratkaisuissa tutustuttiin VoIP-, matkapuhelin- ja yhdistelmäratkaisuihin. Sitten laadittiin suositus uudesta puhepalveluratkaisusta tukeutumalla tekniikan mahdollisuuksiin ja kustannuksiin. Lopuksi tehtiin tarjouspyyntö, jolla hankitaan uusi puhepalvelujärjestelmä. Tarjouspyyntö perustui Patentti- ja rekisterihallituksen asettamiin vaatimuksiin. Tarjoajista valitaan toimittajaksi se, kenen tarjous on kokonaistaloudellisesti edullisin. Tarjouksia vertaillaan pisteytystaulukolla, jossa arvioinnin kriteereinä käytetään hintaa sekä ratkaisun toiminnallisuutta ja soveltuvuutta.</p> <p>Työn tuloksena Patentti- ja rekisterihallitukselle saadaan uusi puhepalvelujärjestelmä, joka sisältää puhelinvaihteen, päätelaitteet, puhelinvälityksen toteutuksen, asiakaspalvelusarjojen toteutuksen, liikkuvan henkilöstön puhelineratkaisun, raportointiominaisuudet sekä tarvittavat tuki- ja oheispalvelut. Tavoitteena on, että uusi järjestelmä tullaan ottamaan käyttöön vuoden 2008 alussa.</p>	
Avainsanat: Puhelinjärjestelmät, VoIP, NGN, 4G	

ABSTRACT

Name: Kristian Immonen	
Title: Development Project of Communication services for National Board of Patents and Registration of Finland.	
Date: August 31 th 2007	Number of pages: 49
Department: Information Technology	Study Programme: Telecommunications
Instructor: Seppo Lehtimäki, Lecturer	
Supervisor: Timo Junnonen, Manager of Information Technology	
<p>This project was made for the National Board of Patents and Registration of Finland. The purpose of this project was to study choices of communication services and the target of the project was to create a report for the National Board of Patents and Registration as to how they should develop their phone solution in order for it to meet their demands. This project also explores circuit and packet switched networks and future telephone networks.</p> <p>The project was started by making an evaluation of the communication services of National Board of Patents and Registration of Finland. Alternative solutions and services were studied after that. The alternative solutions were VoIP, GSM and combination solutions. Recommendations for new communication services were made next. An invitation for tenders was made in the end of the project. The invitation for tenders was based on the demands of National Board of Patents and Registration. The items to be compared in the tenders are price, functionality and suitability.</p> <p>As a result of this graduate study the National Board of Patents and Registration of Finland will get a new communication service system which will include telephone exchange, callmanager solutions, telephone apparatuses, solution for customer service units, solution for shifting employees, reporting functions and helpdesk services. The new system will be introduced early next year.</p>	
Keywords: Telephone systems, VoIP, NGN, 4G	

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	1
2	JULKISET HANKINNAT	2
3	PUHELINJÄRJESTELMÄT	3
3.1	Piirikytkentäinen puhelinjärjestelmä	3
3.1.1	<i>Kiinteä puhelinjärjestelmä</i>	3
3.1.2	<i>Puhelinkeskus</i>	4
3.1.3	<i>Merkinanto</i>	5
3.1.4	<i>Matkapuhelinjärjestelmä</i>	7
3.1.5	<i>Laskutus</i>	9
3.2	Pakettikytkentäinen puhelinjärjestelmä	10
3.2.1	<i>VoIP</i>	11
3.2.2	<i>Protokollat</i>	12
3.2.3	<i>Merkinanto</i>	14
3.2.4	<i>Puheen koodaus</i>	19
3.2.5	<i>Palvelun laatu</i>	21
3.2.6	<i>Äänen aktiviteetin havaitseminen</i>	23
3.2.7	<i>Laskutus</i>	23
4	PRH:N NYKYTILA	24
4.1	Järjestelmän laitteisto	24
4.2	Kustannukset	26
4.3	Vaatimukset	27
5	VAIHTOEHTOISET RATKAISUT	29
5.1	VoIP-ratkaisu	30
5.2	Matkapuhelinratkaisu	31
5.3	Yhdistelmäratkaisu	32
5.4	Siemensin ratkaisu	33
5.5	Ciscon ratkaisu	36
6	SUOSITUS	40
7	HANKINTA	42

8	PUHELINVERKKOJEN TULEVAISUUS	43
8.1	NGN	44
8.2	4G	45
9	YHTEENVETO	46
	VIITELUETTELO	48
	LIITTEET	
	LIITE 1	Tarjouspyyntö PRH:n puhepalveluista

1 JOHDANTO

Viime vuosina tietoliikennetekniikassa vallinnut nopea kehitys on vahvasti vaikuttanut teletekniikkaan ja kiihdyttänyt puhepalvelujen kehitystä. Uusien kustannustehokkaiden puhelinratkaisujen ja monipuolisten lisäpalvelujen tuleminen markkinoille sekä perinteisen piirikytkentäisen puhelinjärjestelmän kustannusten kasvaminen pakottavat yrityksiä miettimään uusia ja vaihtoehtoisia ratkaisuja. Lisäksi kiristynyt kilpailu ajaa yrityksiä säästämään kustannuksia ja parantamaan asiakaspalvelua.

Useimmissa yrityksissä on nykyisin kaksi erillistä tiedonsiirtoyhteyttä: laajakaistainternet ja lankapuhelinliittymät. Tämä asetelma lisää mahdollisuuksia infrastruktuurin kehittämiseen, mutta myös rajoittaa sitä, koska olemassa olevaan laitteistoon on usein uhrattu paljon rahaa. On siis syytä miettiä tarkoin, mitä tarpeita yrityksellä on ja mitä lisäarvoa saadaan, jos laitteisto uusitaan.

Työn tarkoituksena on tutkia Patentti- ja rekisterihallituksen (PRH) puhepalveluratkaisun kehittämisen mahdollisuuksia. Työn tavoitteena on tehdä PRH:lle selvitys siitä, miten nykyistä puhelinratkaisua tulisi kehittää, jotta se saavuttaisi PRH:n asettamat käyttäjien ja tekniikan tarpeet. Lisäksi tehdään tarjouspyyntö, jonka perusteella PRH:lle hankitaan uusi puhepalvelujärjestelmä.

Työ on jaettu kahdeksaan lukuun. Työn aluksi luvussa kaksi käsitellään julkisia hankintoja ja hankintalainsäädännön vaikutusta PRH:n hankintoihin. Luvussa kolme käsitellään piirikytkentäisen ja pakettikytkentäisen puhelinjärjestelmän teorioita ja periaatteita. Luvussa neljä selvitetään PRH:n puhelinjärjestelmän nykytilaa ja kustannuksia. Luvussa käydään myös läpi käytössä olevan tekniikan tarjoamat palvelut puhelinvaihteen hoitajille ja puhelimen käyttäjille. Luvussa viisi käsitellään vaihtoehtoisia ratkaisuja ja niiden tarjoamia palveluja nykyisen puhelinjärjestelmän tilalle. Luvussa kuusi esitetään suositus uudesta puhelinratkaisusta tukeutumalla tekniikan mahdollisuuksiin ja kustannuksiin. Luvussa seitsemän käsitellään uuden järjestelmän hankintaa. Siinä tarkastellaan tarjouspyynnön laatimista ja tarjouksien käsittelyä. Luvussa kahdeksan selvitetään tulevaisuuden näkymiä ja ratkaisujen kehit-

tymisen suuntaa. Luvussa yhdeksän on lopputulos insinööriyöstä ja sen vaiheista, hyödyistä ja haasteista.

2 JULKISET HANKINNAT

Patentti- ja rekisterihallitus suorittaa hankintansa hankintalainsäädännössä säädettyjä menettelytapoja noudattaen, joten PRH joutuu kilpailuttamaan kaikki hankinnat, jotka se tekee oman organisaationsa ulkopuolelta. Lainsäädännön periaatteena on hankintojen avoin ja tehokas kilpailuttaminen ja tarjoajien tasapuolinen ja syrjimätön kohtelu.

Avoimuus tarkoittaa sitä, että hankinnoista on ilmoitettava julkisesti. Hankintailmoituksia julkaistaan HILMA-palvelussa, joka on www.hankintailmoitukset.fi-verkkosivulla. HILMA:ssa ilmoitetaan kaikista Suomessa hankintalainsäädännön mukaan kilpailutettavista hankinnoista. Tasapuolisuuden ja syrjimättömyyden periaate puolestaan tarkoittaa tarjoajien yhdenvertaista kohtelua ja hankintapäätöksen tekemistä ennalta ilmoitettujen valintaperusteiden mukaisesti. Saaduista tarjouksista on valittava joko kokonaistaloudellisesti edullisin tai hinnaltaan halvin. Jos tarjouksen valintaperusteena käytetään kokonaistaloudellista edullisuutta, otetaan tarjousten vertailussa huomioon ennalta ilmoitetut vertailuperusteet. Tarjouksen valinta- ja vertailuperusteet ilmoitetaan jo tarjouspyynnössä. Vertailuperusteina kokonaistaloudellisen edullisuuden määrittelyssä voidaan käyttää myös laatuun liittyviä kriteereitä.

Julkisten hankintojen kilpailuttamisveloitteesta on säädetty EY-direktiiveissä. Julkisia hankintoja koskeva lainsäädäntö on pakottavaa, joten hankintayksiköt joutuvat noudattamaan laissa säädettyjä toimintatapoja hankintojen toteutuksessa. Julkisten hankintojen sääntelyllä pyritään turvaamaan palveluiden, tavaroiden, pääomien ja työntekijöiden vapaa liikkuvuus EU:n alueella. [1.]

3 PUHELINJÄRJESTELMÄT

Tässä luvussa käsitellään kokonaisvaltaisesti piirikytkentäinen ja pakettikytkentäinen puhelinjärjestelmä. Puhelinjärjestelmiin paneudutaan huolellisesti, sillä ne muodostavat työn teoriaosuuden.

3.1 Piirikytkentäinen puhelinjärjestelmä

Perinteinen puhelinverkko on niin sanottu piirikytkentäinen verkko. Piirikytkentäinen puhelinverkko muodostuu päätelaitteista, puhelinvaihteverkosta, yhdysjohdoista sekä yhdyskäytävästä valtakunnalliseen runkoverkkoon. Puheluiden välittämisen keskeisessä osassa on puhelinkeskusverkko, joka koostuu kansainvälisen televiestintäliiton ITU-T:n (International Telecommunications Union Telecommunications Standardization) määrittelemän hierarkian mukaan viiden eri alueen yhteen liitetystä puhelinkeskuksista. Eri alueiden keskuksia ovat niiden hierarkkisen sijainnin perusteella päätekeskus, lähtö- ja tulokeskus, kauttakulkukeskus, kaukokeskus sekä kansainvälisen liikenteen keskus. Yleisestä televerkosta käytetään lyhennettä PSTN (Public Switched Telephone Network). [2.]

3.1.1 Kiinteä puhelinjärjestelmä

Aluksi kiinteä puhelinverkko perustui fyysisten johtojen kytkemiseen, josta myöhemmin siirryttiin taajuusjakoiseen multipleksointiin. USA:ssa otettiin käyttöön ensimmäiset digitaaliset siirtojärjestelmät vuonna 1961 ja Suomessa vuonna 1968. Vuonna 1975 Ericsson toi markkinoille täysin tietokoneistetun AXE-keskuksensa. Perinteiset analogiset puhelinjärjestelmät syrjäytyivät kokonaan digitaalisten keskusten ja siirtojärjestelmien tullessa käyttöön ja vuoteen 1995 mennessä Suomen kiinteä puhelinverkko oli täysin digitalisoitu. [2.]

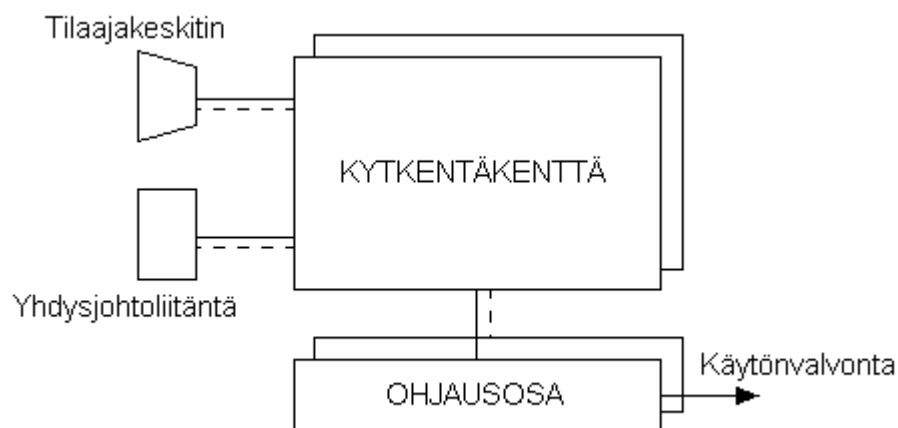
Puhelinverkon digitalisoinnissa toteutettiin kaikkiin tilaajaliittymiin ISDN-valmius. ISDN:n kautta ääni siirtyy tilaajalle asti digitaalisessa kanavassa ja yhden perusliittymän BRI (Basic Rate Interface), niin sanotun 2B + D kautta on käytettävissä kaksi 64 kbit/s puhekanavaa ja yksi 16 kbit/s merkinantokanava. Merkinantoa käytetään muun muassa yhteyden muodostamiseen ja purkuun. Yritysten puhelinvaihteiden liittämiseen on tarjolla ISDN:n järjestelmäliittymä PRI (Primary Rate Interface), niin sanottu 30B + D, joka mahdollistaa 30 yhtäaikaista puhelua 2 Mbit/s yhteydellä.

Vaikka puhelinverkon runkoverkko onkin nykyään täysin digitaalinen, liittyy valtaosa kuluttajista ja pienistä yrityksistä edelleen verkkoon analogisen puhelinliittymän kautta. Päätekeskuksen ja puhelimen välisessä tilaajajohdossa ajetaan tällöin puhetta analogisena 300 - 3400 Hz taajuuskaistalla. Myös puhelinnumerot signaloidaan yleensä tällä kaistalla käyttäen DTMF-koodausta (Dual-tone multi-frequency), vaikka myös perinteinen pulssikoodaus on yhä käytössä. [2.]

3.1.2 Puhelinkeskus

Puhelinkeskusten keskeisimmät toiminnot ovat tilaajien liittäminen puhelinverkkoon, keskusten yhdistäminen toisiin keskuksiin sekä puheluiden yhdistäminen. Keskukset koostuvat tilaajaliitännöistä, kytkentäkentästä, tietokone-laitteistosta ja ohjelmistoista. Keskuksissa on usein keskuskohtainen käyttöjärjestelmä ja keskussidonnaiset ohjelmistot, jotka on yleensä tehty assembly-kielellä, C-kielen johdannaisilla tai valmistajien omilla kielillä. [6, s. 74.]

Digitaalisen puhelinkeskuksen rakenteen tärkeimmät osat ovat kuvan 1 mukaisesti kytkentäkenttä ja ohjausosa. Keskuksen aikajakoinen kytkentäkenttä on täysin elektroninen ja koostuu muistipiireistä sekä elektronisista kytkinelimistä. Kytkeäntäkenttä on elektroniikan ja aikajakoisuuden ansiosta kooltaan vain murto-osa vastaavan analogisen keskuksen valintaportaiden koosta. Edullisen hinnan ansiosta kytkentäkenttä usein kahdennetaan käyttövarmuuden parantamiseksi. Digitaalisten keskusten ohjausjärjestelmä on yleensä hajautettu. Yhdysjohtojen ja tilaajien liitälaitteet sisältävät tavallisesti prosessorin, joka huolehtii muun muassa merkinantosovituksista. Ohjausprosessorien toiminta varmistetaan sopivalla tavalla, esimerkiksi kahdentamalla.



Kuva 1. Digitaalisen keskuksen lohkokaavio

Digitaalisten keskusten välisinä yhdysjohtoina käytetään PCM-järjestelmiä (Pulse Code Modulation), jolloin sekä siirto- että välitystekniikka ovat aikajakoisia ja välttävät analoginen digitaalinen -muunnokselta. [5, s. 100-102.]

Tavallisessa puhelussa muodostetaan 64 kbit/s piirikytkentäinen yhteys jokaista puhelua varten. Puhelu muodostetaan valitsemalla vastaanottajan puhelinnumero ja keskuksat kommunikoivat keskenään käyttäen yhteiskanavamerkinantoa ja muodostavat puhelua varten päästä päähän-yhteyden. Yhteys tilaajien välillä on avoinna koko yhteystapahtuman ajan riippumatta siitä, onko kanavalla liikennettä. Yhteyttä varten varataan kapasiteettia jokaisesta siirtojärjestelmästä ja keskuksista, jonka kautta se kulkee.

3.1.3 Merkinanto

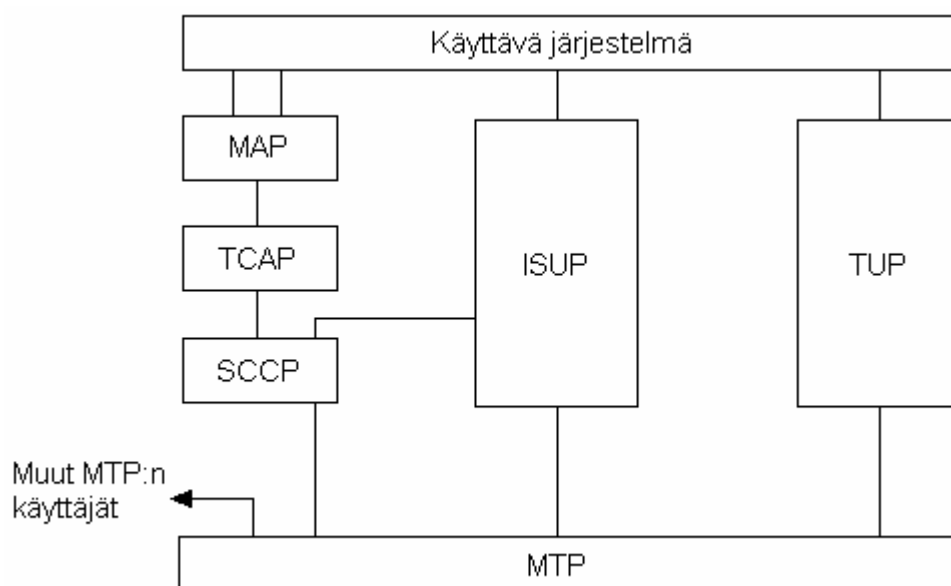
Merkinantoa käytetään yhteyksien muodostamiseen, valvontaan ja purkamiseen sekä tähän liittyvien tietojen siirtämiseen televerkon eri osien sekä televerkon ja päätelaitteiden välillä. Tyypillisiä merkinannossa käytettyjä merkkejä ovat:

- varaus
- osoitenumeron valinta
- numerot vastaanotettu
- B-tilaaja vapaa tai varattu
- B-tilaaja vastaa
- laskentasykäys

- yhteyden purkaminen.

Digitaalisessa televerkossa ja ISDN:ssä (Integrated Services Digital Network) on televerkkojen rakennemääräysten mukaan käytettävä yhteiskanavamerkinantojärjestelmää (YKM). YKM perustuu ITU-T:n suosituksiin. Digitaalisten keskusten ja ISDN:n lisäksi YKM:ää käytetään myös GSM-matkapuhelinverkoissa ja älyverkoissa.

Merkinantokanavat muodostetaan PCM-järjestelmien aikaväleistä. Yhdysväleille rakennetaan luotettavuuden parantamiseksi yleensä vähintään kaksi merkinantokanavaa. YKM-merkinantokanavat muodostavat merkinantoverkon, jossa on keskusten lisäksi erityisiä merkinannon siirtopisteitä, jotka välittävät vain merkinantoa. YKM-järjestelmässä merkit lähetetään johtojen osoitekoodeilla varustettuina sanomina.



Kuva 2. Yhteiskanavamerkinannon periaate

Kuvasta 2 nähdään yhteiskanavamerkinannon periaate. Sanomansiirto-osa MTP (Message Transfer Part) huolehtii sanomien kuljetuksesta merkinantoverkossa. MTP:n yläpuolella ovat käyttäjäosat, joista tärkeimpiä ovat puhelinkäyttäjäosa TUP (Telephone User Part), ISDN-käyttäjäosa ISUP (ISDN User Part) ja matkapuhelinkäyttäjäosa MAP (Mobile Application Part). MAP

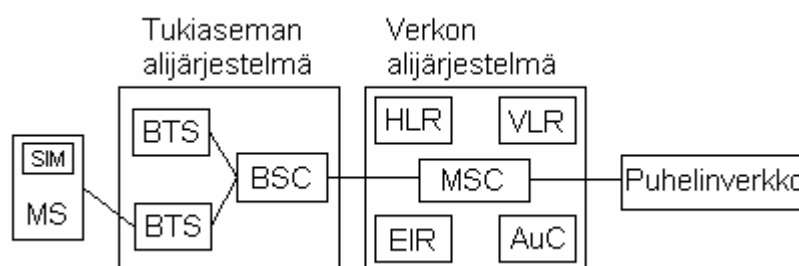
liittyy sanomansiirto-osaan merkinantoyhteyden ohjausosan SCCP (Signaling Connection Control Part) ja tapahtumankäsittelyosan TCAP (Transaction Capabilities Application Part) avulla.

Lähetettävistä merkeistä muodostuu merkinantojärjestelmiä, joita on kaksi päätyyppiä: verkkomerkinantojärjestelmät ja päätelaitemerkinantojärjestelmät. Verkkomerkinantojärjestelmiä käytetään keskusten väliseen merkinantoon ja päätelaitemerkinantojärjestelmiä päätelaitteen ja keskuksen välillä. Keskusten välinen merkinanto on SS7-merkinantoa (Signaling System 7). SS7-merkinannossa puheluiden merkinanto on eriytetty täysin erilliselle verkolle. SS7-merkinanto on siis myös yksi YKM-tyyppi. [5, s. 105-106.]

3.1.4 Matkapuhelinjärjestelmä

1990-luvulla matkapuhelinverkot nousivat useissa maissa kiinteän puhelinverkon rinnalle tasavertaiseksi puhelinjärjestelmäksi. Suomessa matkapuhelinverkkojen liikevaihto on ylittänyt kiinteän puhelinverkon liikevaihdon ja niiden puheluminuutit ylittävät Liikenne- ja viestintäministeriön selvityksen mukaan kiinteän verkon puheluminuutit vuonna 2007. [3.]

Matkapuhelinverkko on soluista muodostuva radiotaajuuksilla toimiva tietoliikenneverkko, jossa jokaisessa solussa on runkoverkkoon kiinteällä yhteydellä kytketty tukiasema. Tukiasema muodostuu yhdestä tai useammasta radio-lähettimeistä ja vastaanottimesta sekä radioantenneista, jotka ovat yhteydessä alueen yksittäisiin matkapuhelimiin. Solukko mahdollistaa puhelimen paikantamisen, mutta GPS-paikannusta (Global Positioning System) huonommalla tarkkuudella. Tavallinen tukiasema pystyy palvelemaan keskimäärin 15 - 40 asiakasta yhtäaikaaisesti.



Kuva 3. GSM-verkko

GSM-verkon (Global System for Mobile Communication) osat ovat kuvan 3 mukaisesti:

- SIM-kortti (Subscriber Identity Module)
- matkaviestin MS (Mobile Station)
- tukiasema BTS (Base Transceiver Station)
- tukiasemaohjain BSC (Base Station Controller)
- kotirekisteri HLR (Home Location Register)
- vierasrekisteri VLR (Visitor Location Register)
- matkapuhelinkeskus MSC (Mobile Switching Center)
- laitetunnistusrekisteri EIR (Equipment Identity Register)
- tunnistuskeskus AuC (Authentication Center).

GSM-verkon osien tehtävät:

- Tukiasema yhdistää radorajapinnan kautta tulevat matkapuhelut kiinteään runkoverkkoon yhteydessä olevaan päätekeskukseen.
 - Tukiasemaohjain kontrolloi useaa maantieteellisesti lähekkäin sijaitsevaa tukiasemaa sekä vastaa puhelun jatkumisesta päätelaitteen signaalin siirtäessä tukiasemasta toiseen.
 - Kotirekisterin tietokannassa säilytetään tilaajatietoja, päätelaitteen tunnistetietoja, sekä tietoa, minkä tukiasemaohjaimen alueella päätelaite kulloinkin sijaitsee.
 - Vierasrekisteri on paikallinen tietokanta, jossa on kirjattuna alueella liikkuvat GSM-liittymät.
 - Matkapuhelinkeskus hakee koti- ja vieraspaikkarekistereistä tiedot päätelaitteiden kulloisestakin sijainnista ja ohjaa puhelupyynnöt oikeaan tukiasemaohjaimeen.
 - Laitetunnistusrekisterin tietokannoissa on puhelimien IMEI-koodit (International Mobile Equipment Identity).
 - Tunnistuskeskus varmistaa, että tilaaja on oikeutettu käyttämään verkkoa.
- [6, s. 107-109.]

Tukiasemien läpi kulkevaa liikennettä seurataan jatkuvasti. Jos matkapuhelinverkkoon tulee nopeasti paljon samanaikaista liikennettä, verkko ruuhkautuu. Tukiasemaohjain ilmoittaa tällöin verkon

ruuhkaisuudesta matkapuhelinkeskukseen, josta matkapuhelimen käyttäjä saa verkko varattu -ilmoituksen, tai kuulee varattu äänimerkin. Tukiasemaohjain ohjaa tukiasemien liikennettä, eli puhelin- tai datayhteyden muodostumista ja lopetusta, merkinantoa sekä radiotaajuuksien käyttöä. Yhden ohjaimen vaikutuspiirissä on useita tukiasemia. Mikäli tukiaseman kapasiteetti toistuvasti ylittyy, olemassa oleviin tukiasemiin lisätään lähetin-vastaanotinyksikköjä tai alueelle rakennetaan lisää tukiasemia. Kapasiteetti ylittyy silloin, kun toistuvasti enemmän kuin yksi puhelu sadasta estyy. Tekstiviesteille ja merkinannolle on varattu oma aikaväli, joten tekstiviestit voivat puheliikenteen tukkeutuessa edelleen mennä perille. Tekstiviestejä välitetään eteenpäin myös viiveellä, jolloin viesti välittyy vastaanottajalle, kun ruuhka väistyy.

Tukiasemaohjaimesta puhelu tai viesti kulkee matkapuhelinkeskukseen, joka välittää puhelun tai viestin matkapuhelinverkosta toiseen tai muihin televerkkoihin. Jos puhelu päättyy matkapuhelimeen, sanoma kulkee viimeisen osion langattomasti radiotaajuudella määränpäähän.

Tukiasemaa rajoittaa kaksi tekijää, jotka huomioidaan matkapuhelinverkon suunnittelussa: kapasiteetti, jonka puitteissa se pystyy vastaanottamaan ja lähettämään puheluita ja viestejä, sekä peittoalue, jonka se maantieteellisesti kattaa. Sijoittamalla tukiasemat huolellisesti ympäristöön ja käyttämällä alhaisia tehotasoja voidaan radiotaajuusalue käyttää mahdollisimman tehokkaasti. Samaa taajuusaluetta voidaan käyttää useammassa tukiasemassa, mikäli ne ovat riittävän kaukana toisistaan. [4.]

3.1.5 Laskutus

Kiinteässä puhelinjärjestelmässä keskus määrittelee puhelutaksan valitun numerosarjan perusteella. Laskutus käynnistetään vasta, mikäli B-tilaaja vastaa. Taksa määritetään yleensä paikallispuhelussa A-tilaajan keskuksessa ja kaukopuhelussa yhteyden ensimmäisessä kaukokeskuksessa. Keskus hoitaa puhelun aikana veloituksen ja valvoo puhelun loppumista. Veloituksessa käytetään vakiohintaisia veloitusyksiköitä, eli -sykäyksiä. Nämä välitetään tarvittaessa taksan määrittäneestä keskuksesta A-tilaajan keskukseseen. Kukin operaattori laskuttaa verkkoonsa tulevasta puhelusta edellisen verkon omistavaa operaattoria, mikäli puhelu siirtyy eri puheluoperaattorien verkkojen välillä [5, s. 99.]

Matkapuhelinverkoissa puhelimen käyttäjät saattavat liikkua usean eri operaattorin verkoissa. Tämän vuoksi matkapuhelinoperaattorit ovat solmineet maailmanlaajuisesti yhteiskäyttösopimuksia, jotka mahdollistavat toisen operaattorin verkon käyttämisen kotiverkon tavoin. Matkapuhelinverkkoon soitettaessa puhelun A-tilaaja ei voi tietää, minkä operaattorin verkossa B-tilaaja kulloinkin on, joten yleisen käytännön mukaisesti A-tilaajaa laskutetaan aina sen verran, mitä soittaminen B-tilaajan kotiverkkoon maksaa. Ulkomaille soitettaessa ja ulkomailla vastattaessa liittymän haltijaa laskutetaan operaattorin ja kyseisen maan kanssa solmimien verkkovierailusopimuksen hinnaston mukaisesti. Verkkovierailuiden hintoihin on kaivattu säännöstelyä Euroopan unionin sisällä. Euroopan parlamentti, neuvosto ja komissio hyväksyivät verkkovierailuasetuksen 7.6.2007, joka määrittää verkkovierailujen hintakatot. Hintakatot ovat nähtävissä taulukosta 1. [7.]

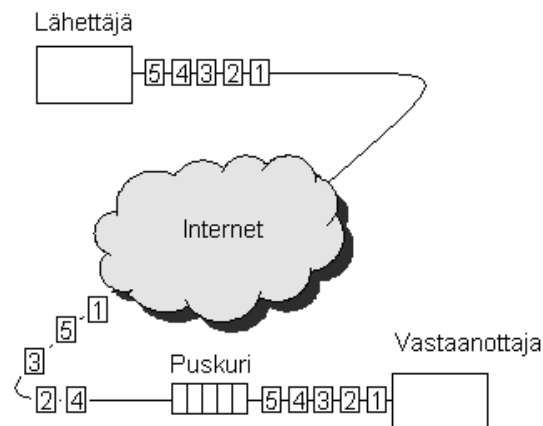
Taulukko 1. Verkkovierailujen hintakatot EU:n alueella

	senttiä/min
Eurohinnan yläraja ulkomailla soitetuille puheluille	49
Eurohinnan yläraja ulkomailla vastaanotetuille puheluille	24
Operaattorien välinen enimmäishinta	30

3.2 Pakettikytkentäinen puhelinjärjestelmä

Pakettikytkentäisessä puheen siirtämisessä siirtotienä käytetään pakettiverkkoa. Siinä dataa pakataan siirron ajaksi paketiksi, eli toisin sanoen jonkinlaiseen kehysrakenteeseen, jossa on varsinaisen siirrettävän datan lisäksi ohjaustietoa. Lähetettävä analoginen viesti pilkotaan useiksi digitaalisiksi paketeiksi. Analoginen viesti muutetaan digitaalseksi puhekoodekin avulla. Lähettäjän ja vastaanottajan välillä ei ole pysyvää fyysistä yhteyttä, niin kuin piirikytkentäisessä puhelinjärjestelmässä, vaan paketit voivat kulkea verkossa eri reittejä pitkin vastaanottajalle. Verkon mahdollisesta ruuhkaisuudesta ja pakettien reitityksestä johtuen pakettien välille muodostuu viivettä. Puheen

reaaliaikaisuuden takia pakettipurskeita pitää puskuroida vastaanottavassa päässä, jotta saadaan tasainen pakettivirta kuvan 4 mukaisesti. Kun paketit saapuvat vastaanottavaan päähän, ne järjestetään oikeaan järjestykseen erilaisten protokollien avulla.



Kuva 4. Pakettien välittyminen internetin yli

3.2.1 VoIP

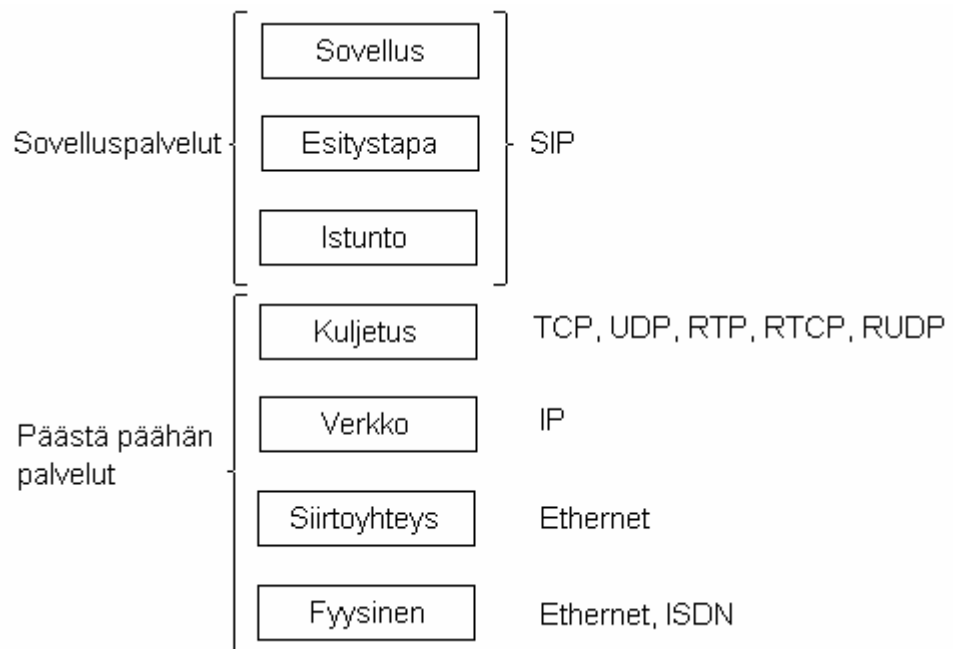
VoIP (Voice over Internet Protocol) on termi tekniikalle, jolla voidaan siirtää ääntä ja kuvaa reaaliaikaisesti internetin välityksellä. Ääni muutetaan päätelaitteissa digitaalisen signaaliprosessorin (DSP) avulla kehyksiksi ja ne tallennetaan äänipaketeiksi. Nämä paketit kuljetetaan käytetyn IP-infrastruktuurin mukaisesti eteenpäin. VoIP:n avulla voidaan esimerkiksi soittaa edullisia puheluita ulkomaille käyttäen puhelun siirtoon IP-verkkoa. Etuna voidaan myös pitää yrityksille jo rakennettujen pakettiverkkojen hyväksikäyttöä puheen siirtoon. Tällöin yrityksillä olisi käytössä vain yksi verkko, jossa kaikki liikenne tapahtuisi.

Ensimmäiset VoIP-tuotteet tulivat markkinoille jo vuonna 1995 VocalTec -nimisen yrityksen toimesta. Silloin sekä internet että VoIP-teknologia olivat vielä hyvin epäkypsiä. Lisäksi epästabiilius, huonot yhteydet sekä yhteensopivuusongelmat tekivät VoIP:n maailman valloituksen mahdottomaksi. Teknologian toimivuus kuitenkin pystyttiin todentamaan ja epäkohtiin alettiin kehittää ratkaisuja. VoIP-teknologian suosio alkoi kasvaa, kun suuret laitevalmistajat, muun muassa Cisco, alkoivat valmistaa päätelaitteita ja kytkimiä VoIP -teknologiaa varten. [9.]

Eräs VoIP:n ongelma on palomuurien läpäisy. Yksinkertainen ja toimiva palomuuuri on Network Address Translation (NAT). Se mahdollistaa yhden internetistä reitittyvän IP-osoitteen jakamisen usean päätelaitteen ja käyttäjän kesken. Suuremmissa organisaatioissa käytetään monipuolisempia internet-palomuuureja, joihin kuuluvat dynaaminen pakettisuodatus ja sovellustason yhdyskäytävät. VoIP:n käyttämät UDP-portit (User Datagram Protocol) on päästettävä palomuurin läpi, jotta VoIP toimisi. Palomuurin ulkopuolella sijaitsevan STUN-palvelimen (Simple Traversal of User Datagram Protocol Through Network Address Translators) avulla palomuurin sisäpuolinen laite voi selvittää, millainen NAT sen ja ulkomaailman välillä toimii. Nykyaikaiset VoIP-puhelimet ja -ohjelmistot osaavat käyttää STUN-palvelinta, mutta sitä ei yleensä välttämättä edes tarvita.

3.2.2 *Protokollat*

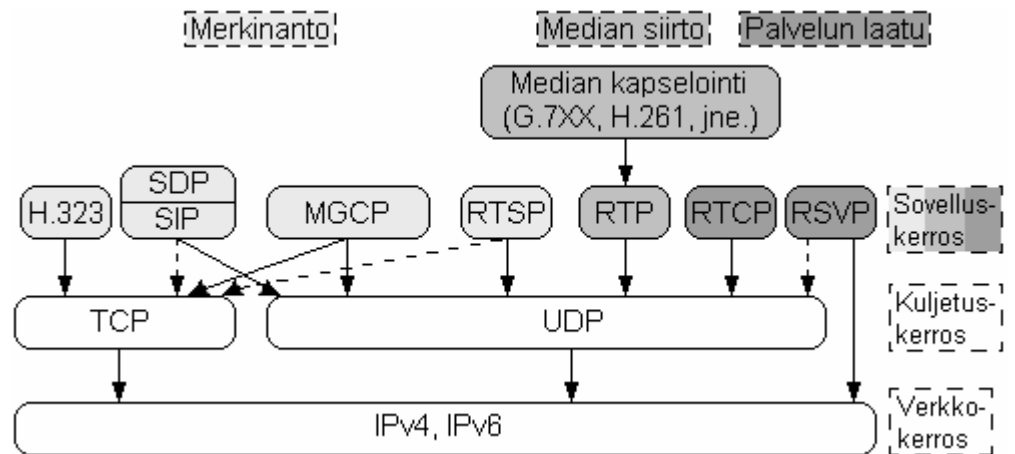
IP-verkossa toimii monia protokollia kaikissa OSI-mallin (Open Systems Interconnection Reference Model) kerroksissa. OSI-malli kuvaa tiedonsiirto-protokollien yhdistelmän seitsemässä kerroksessa. Kukin kerroksista käyttää yhtä alemman kerroksen palveluja ja tarjoaa palveluja yhtä kerrosta ylemmäs. Kuvassa 5 on kuvattu VoIP-tekniikassa käytettyjen protokollien sijoittuminen OSI-mallissa. IP-protokolla on keskeisin komponentti IP-verkossa. Tämän päällä käytetään normaalisti TCP (Transmission Control Protocol) tai UDP (User Datagram Protocol) -kehystä. VoIP-liikenne käyttää yleisesti UDP-kehystä yhdessä RTP (Real-time Transport Protocol) protokollan kanssa. Näiden lisäksi ääniliikenne saattaa käyttää RTCP (Real-Time Transfer Control Protocol) tai RUDP (Reliable User Datagram Protocol) protokollaa.



Kuva 5. OSI-malli ja VoIP:ssa käytettäviä protokollia

IP on OSI-mallin verkkokerroksen protokolla, joka huolehtii IP-pakettien toimittamisesta perille pakettikytkentäisessä Internet-verkossa. TCP:llä luodaan yhteys internetiin yhteydessä olevien tietokoneiden välille. TCP-yhteyksien avulla tietokoneet voivat lähettää toisilleen dataa luotettavasti. UDP on yhteyskäytäntö, jolla sovellus voi lähettää viestejä toiselle tietokoneelle. Se ei takaa pakettien perillemenoa eikä myöskään sitä, missä järjestyksessä paketit perille saapuvat. RTP on protokolla tosiaikaisen datan, kuten äänen ja kuvan, siirtoon pakettiverkoissa. Sen ominaisuuksiin kuuluu pakettien numerointi, jonka avulla vastaanottaja osaa järjestää vastaanotetut paketit oikeaan järjestykseen. RTCP välittää tietoa istunnon osallistujista, yhteyksien suorituskyvystä ja verkon palvelutasosta. RUDP on muunnelmä UDP-protokollasta. Se lisää liikennöinnin luotettavuutta tavalliseen UDP-protokollaan verrattuna lähettämällä samoja paketteja useita kertoja peräkkäin. SIP (Session Initiation Protocol) on IP-puhelinyhteyksien luonnista vastaava tietoliikenneprotokolla. [10.]

Kuvassa 6 on esitetty VoIP-puheluissa käytettäviä protokollia ja niiden käyttötarkoituksia. Kuvassa protokollat on jaettu kolmeen toimintoon: merkinantoon, median siirtoon ja palvelun laatuun. Jokainen toiminto koostuu protokollista tai ehdotuksista. Merkinanto suoritetaan lähes aina luotettavasti käyttäen TCP-protokollaa. Varsinainen media siirretään käyttäen UDP-protokollaa.



Kuva 6. VoIP-puheluissa käytetty protokollapino

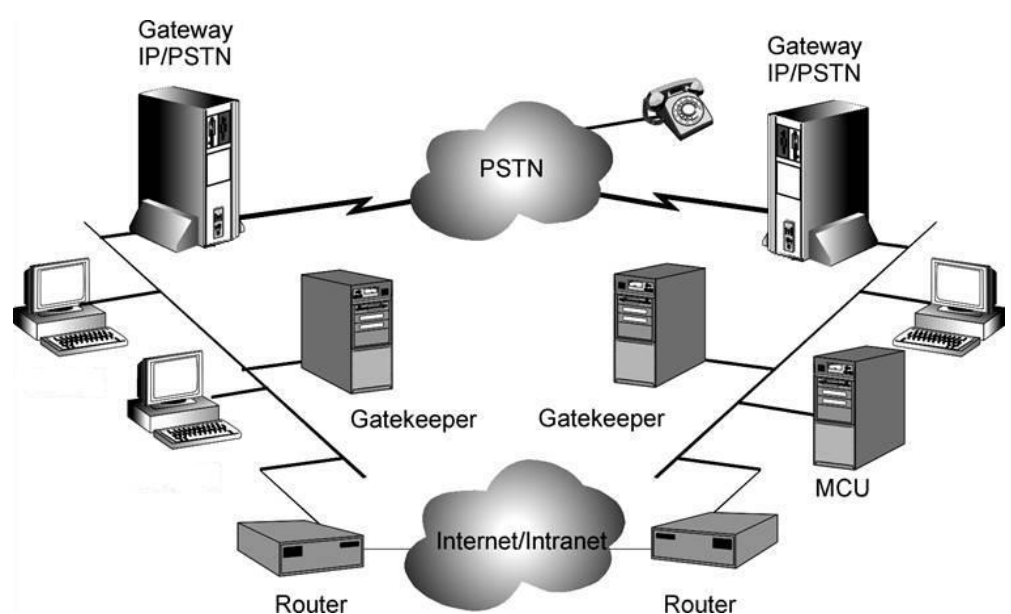
3.2.3 Merkinanto

Merkinanto tarkoittaa tapaa, jolla puhelu muodostetaan, hallitaan ja puretaan. Osapuolilla täytyy olla osoitteet, joiden perusteella niihin voidaan pyytää yhteyttä. VoIP:n yleisimmät merkinantotavat ovat H.323, SIP ja Megaco.

ITU-T esitteli vuonna 1996 H.323 v.1 videoneuvottelustandardin. Se oli ensimmäinen standardi, joka mahdollisti VoIP-teollisuudelle avoimemmat ja valmistajariippumattomammat sovellukset.

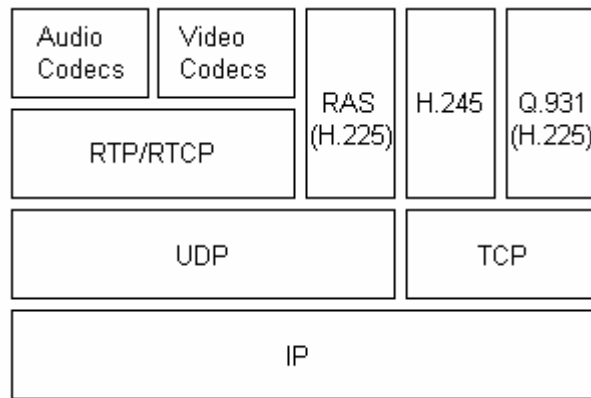
H.323-standardin mukainen verkko koostuu yksittäisen tai useamman LAN-verkon (Local Area Network) alueella toimivista vyöhykkeistä, jotka ovat yhteydessä toisiinsa jonkin WAN-verkon (Wide Area Network) välityksellä. Jokainen vyöhyke koostuu yhdestä portinvartijasta ja useammista päätelaitteista, yhdyskäytävistä ja monipisteneuvottelunhallintayksiköistä. Kuvassa 7 on esitetty tyypillisen H.323-verkon rakenne. H.323-päätelaitteina toimivat IP-puhelimet ja tietokoneet, joissa on puhelun soittamiseen tarvittavat ohjelmat. Päätelaitteet voivat kommunikoida toisen samantasoisien päätelaitteen, yhdyskäytävän (gateway) tai monipisteneuvottelunhallintayksikön MCU:n (Multipoint Control Unit) kanssa. Kommunikaatio voi olla muun muassa ohjausinformaatiota, ääntä, liikkuvaa kuvaa tai muuta dataa. Yhteydenotto toiseen päätelaitteeseen tapahtuu joko suoraan tai portinvartijan (gatekeeper) kautta. Portinvartija on H.323-verkon komponentti, jonka tarkoituksena on huolehtia osoitteiden käännöksestä sekä ohjata verkon muiden komponenttien

pääsyä verkkoon ja hallinnoida verkon yleistä toimintaa. Yhdyskäytävä toimii läpikulkuväylänä kahden erityyppisen verkon väliselle kommunikaatiolle, esimerkiksi pakettikytkentäisen ja piirikytkentäisen verkon tai H.323- ja SIP-verkon välillä. Monipisteneuvottelunhallintayksikkö tarjoaa verkon päätelaitteille ja yhdyskäytävillä mahdollisuuden neuvottelupuheluihin. H.323 käyttää TCP-protokollaa ohjaustiedon välitykseen ja UDP-protokollaa tietovirtojen siirtoon.



Kuva 7. H.323-verkon rakenne

H.323-verkossa puheluiden merkinanto suoritetaan H.225-suosituksen mukaisesti. H.225-suosituksessa on määritelty sanomat rekisteröinti-, pääsy ja tila-merkinannolle (Registration, Admission and Status, RAS) portinvartijapohjaisissa H.323-verkoissa. H.225 määrittelee myös Q.931-merkinantoviestien käytön ja tuen. Q.931 merkinantoviestien tarkoituksena on muodostaa, ylläpitää ja purkaa puheluita. Kuvassa 8 on esitetty H.323-protokollapino. [12.]



Kuva 8. H.323-protokollapino

SIP (Session Initiation Protocol) on IETF MMUSIC Working Groupin kehittämä IP-puhelinyhteyksien luonnista vastaava merkinantoprotokolla. Se esiteltiin jo vuonna 1996. Uusin versio siitä julkaistiin vuonna 2002. SIP-protokolla muistuttaa HTTP-protokollaa (Hypertext Transfer Protocol), koska se on tekstipohjainen, hyvin avoin ja joustava. Näiden syiden vuoksi se on korvaamassa vanhemman videoneuvotteluun käytetyn H.323-protokollan.

SIP-verkko koostuu palvelimista, eli päätteistä, välityspalvelimista, eli Proxy-palvelimista ja uudelleenohjauspalvelimista. SIP-verkko koostuu pienimmillään kahdesta päätteestä, eli muut elementit eivät ole pakollisia. SIP-verkossa ei ole H.323:n mukaista vyöhykeajattelua, eikä yhteyksien tarvitse mennä palvelimien kautta, vaan päätteet voivat olla keskenään suoraan yhteydessä ilman palvelimia. Tietoturvatoinnallisuus sijoitetaankin päätteisiin tai palomureihin. Palvelinten päätehtävä on puheluiden reititys ja uudelleenohjaus. SIP-verkossa uudelleenohjauspalvelimet lähettävät yhteyden pyytäjälle tiedon päätteestä tai palvelimesta, johon se voi ottaa suoraan yhteyden. Proxy-palvelin on laite, jonne käyttäjän laite rekisteröityy ja jonka kautta tämä on tavoitettavissa. Proxy-palvelimet muodostavat yhteyden itsensä kautta, eli lähettävät yhteyspyynnön seuraavalle palvelimelle tai päätteelle ja muodostavat näin yhteyspolun päätteiden välille. Uudelleenohjauspalvelimien etuna on se, ettei niiden tarvitse huolehtia yhteydestä ja voivat päätteen tai palvelimen tiedon lähetettyään unohtaa yhteyden. Proxy-palvelimien täytyy olla tietoisia yhteyden tilasta koko sen olemassa olon ajan. Palvelimille päätteet ja palvelimet ovat samanlaisia, joten palvelinten ei tarvitse tietää ovatko ne yhteydessä päätteeseen vai toiseen palvelimeen.

Verkon yhdyskäytävä voidaan toteuttaa päätteenä, joka toimii verkkojen välillä, eli pääte ottaa vastaan yhteyspyyntöjä molemmista verkoista ja luo yhteyksiä, sekä SIP-verkosta toiseen verkkoon että toisinpäin, ja muuntaa toisesta verkosta tulevan liikenteen aina toisen verkon mukaiseksi. SIP- ja H.323-verkkojen välinen yhdyskäytävä näkyy SIP-verkossa päätteenä ja H.323-verkossa yhdyskäytävänä. [11.]

SIP käyttää metodeja tai pyyntöjä ja vastaavia vastauksia puhelun luomiseen.

On olemassa kuusi peruspyyntö-/metodityyppiä:

- INVITE aloittaa puhelun
- ACK vahvistaa INVITE-pyyntöä
- BYE päättää puhelun
- CANCEL peruuttaa puhelun luomisen
- REGISTER välittää käyttäjän sijainnin (verkkonimi, IP-osoite)
- OPTIONS välittää tietoja soittavan ja vastaanottavan päätelaitteen ominaisuuksista.

SIP-pyyntöihin vastataan SIP-vastauksilla, joita on kuusi luokkaa:

- 1xx = tietoa sisältävät vastaukset, kuten 180, joka tarkoittaa soittoa
- 2xx = pyyntöjen onnistumiset
- 3xx = uudelleenohjaukset
- 4xx = pyyntöjen epäonnistumiset
- 5xx = palvelinvirheet
- 6xx = maailmanlaajuiset häiriöt.

SIP Uniform Resource Identifier (URI) -standardi on SIP:n osoitekaavio, joka on määritelty RFC 3261 -standardissa. Osoitekaaviota tarvitaan SIP-puheluiden soittamiseen. Voidaan sanoa, että SIP URI on käyttäjän SIP-puhelinnumero.

SIP URI:n muoto on seuraavanlainen:

SIP URI = sip:x@y:Port, jossa x = käyttäjätunnus ja y = verkkotunnus tai IP-osoite.

Esimerkkejä:

- sip:teppo.tutkija@211.123.3.323
- sip:tutkija@patentti.prh.fi
- sip: 69395599@patentti.prh.fi

Megaco, eli Media Gateway Control, on IETF:n ja ITU-T:n yhteistyössä kehittämä yhdyskäytävien ohjaukseen tarkoitettu protokolla, joka julkaistiin vuonna 2000. Megaco mahdollistaa IP-verkon ja perinteisen piirikytkentäisenverkon välisten mediayhdyskäytävien ohjaamisen. Megaco-arkkitehtuurissa palvelujen ohjaus ja puhelujen ohjaus erotetaan toisistaan. Megaco-arkkitehtuuri määrittelee kolme komponenttia, joilla kullakin on oma tärkeä tehtävänsä. Komponentit ovat mediayhdyskäytävä MG (Media Gateway), mediayhdyskäytävänohjain MGC (Media Gateway Controller) ja merkinantoyhdyskäytävä SG (Signaling Gateway). Megaco määrittelee toiminnon siten, että se hajauttaa eri toiminnot eri laitteisiin. Puhelun ohjaaminen tapahtuu mediayhdyskäytäväohjaimessa ja median kytkeminen mediayhdyskäytävässä. Arkkitehtuurin kytkentäkenttänä toimii pakettiverkon ja piirikytkentäisenverkon rajapinnassa olevat mediayhdyskäytävlaitteet. Perinteisessä puhelinverkossa puhelun ohjaus ja kytkeminen tapahtuvat puhelinkeskuksessa. Tällöin toiminnot ovat yhdessä eli samalla ohjaussanomalla tapahtuu puhelun ohjaus ja kytkeminen.

Mediayhdyskäytävä ohjaa ja valvoo mediapäätepisteitä, mediayhteyksiä ja mediaresursseja piirikytkentäisen ja pakettivälitteisen verkon rajalla. Yleensä mediayhdyskäytävä liittyy piirikytkentäiseen verkkoon 2 Mbit/s PCM-yhdysjohdolla ja pakettiverkkoon LAN- tai WAN-liitännän kautta. Mediayhdyskäytävä voi toistaa audio- tai videoviestejä ja se voi suorittaa mediakonferenssipalveluita. Mediayhdyskäytävä muuntaa aikajakoisen datan pakettivälitteiseen verkkoon sopiviksi paketoituksi dataksi ja samalla kykenee suorittamaan IVR:n (Interactive Voice Response) ja äänen muokkaamiseen liittyviä muita toimintoja. Mediayhdyskäytävänohjain ohjaa mediayhdyskäytävlaitetta ja niitä osia puhelun tilasta, jotka kuuluvat mediakanavien yhteyden ohjaamiseen mediayhdyskäytävässä. Mediayhdyskäytävänohjaimen ja mediayhdyskäytävän välinen liitäntä toteutetaan käyttämällä Megacoprotokollaa. Megaco määrittelee toiminnot mediayhdyskäytävän ohjaamiseen ulkoisesta ohjauslaitteesta, kuten mediayhdyskäytävänohjain. Puhelin-

verkon merkinanto päättyy merkinantoyhdyskäytävälaitteeseen. Merkinanto voi olla esimerkiksi yhteiskanavamerkintä. Merkinantoyhdyskäytävä muuntaa merkinannon kuljetuskerroksen eri verkkoihin sopivaksi. Kuljetusprotokollana puhelinverkon puolella toimii MTP-protokolla ja IP-verkon puolella esimerkiksi SCTP- (Stream Control Transmission Protocol) tai TCP-protokolla. SCTP on joustavampi protokolla kuin TCP.

3.2.4 Puheen koodaus

Digitaalisessa siirtotekniikassa käytetyt koodaukset ovat

- lähdekoodaus (source coding)
- kompressio- eli tiivistys- eli entropiakoodaus
- salauskoodaus (encryption)
- virheenilmaisu ja virheenkorkauskoodaus
- linjakoodaus eli johtokoodaus.

Lähdekoodauksessa viesti muutetaan sähköiseen muotoon. Ääni muutetaan sähköksi mikrofoniin. Lähdekoodauksessa syntyneitä bittejä kutsutaan usein raakabiteiksi. Raakabitit tiivistyskoodataan. Tuloksena sama tai melkein sama informaatio pystytään esittämään vähemmällä bittillä. Tämän ansiosta informaatio pystytään siirtämään hitaammalla siirtonopeudella tai käytettävissä olevalla siirtonopeudella voidaan siirtää enemmän informaatiota. Tiivistyskoodausta on häviötöntä, jolloin kaikki informaatio säilyy, ja häviöllistä, jolloin osa informaatiosta katoaa. Salaukskoodauksella estetään ulkopuolisten pääseminen viestin sisältöön käsiksi. Salaukskoodauksessa bittien määrä aina lisääntyy. Virheenilmaisussa vastaanottaja havaitsee siirtovirheen olemassaolon ja pyytää tällöin lähettäjää lähettämään tietynkokoisen bittijoukon uudestaan. Virheenkorkauskoodauksessa pystytään myös korjaamaan virheellisiä bittejä oikeiksi, kunhan niitä ei ole liikaa. Myös virheenilmaisu ja virheenkorkauskoodauksessa bittien määrä aina lisääntyy. Saadusta bittijonosta pitää tehdä sellainen sähköinen signaali, joka pystyy etenemään käytettävässä tietoliikennekanavassa, joten bittijonolle tehdään linjakoodaus. Linjakoodauksen yksinkertainen esimerkki: bittiarvoa 0 vastaa tietty jännite (esimerkiksi 0 V) ja bittiarvoa 1 vastaa joku muu jännite (esimerkiksi 5 V). Kun signaali vastaanotetaan tietoliikennekanavan toisessa päässä, niin sille on tehtävä äsken kuvatut toimenpiteet käänteisessä järjestyksessä.

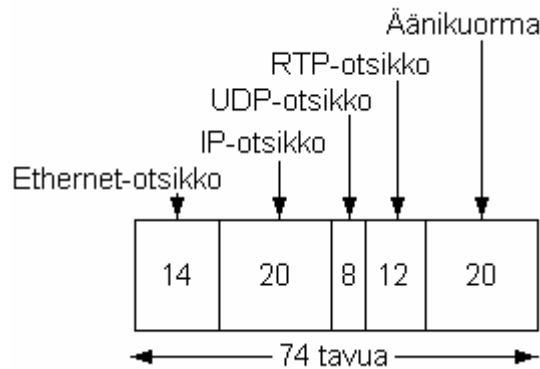
Edellä kuvattujen toimenpiteiden lisäksi lähde-, tiivistys-, salaus- ja virheenkorjauskoodauksessa syntyvälle bittijonolle tehdään digitaalisessa tiedonsiirtojärjestelmässä muitakin toimenpiteitä. Bittejä järjestellään uuteen järjestykseen, lomitellaan, ryhmitellään paketeiksi ja kehyksiksi. Eri lähteistä peräisin olevia bittijonoja yhdistetään ja kanavoidaan. [8.]

Puheen koodauksen tavoitteena on tuottaa mahdollisimman laadukasta puhetta pienellä bittimäärällä ja siten mahdollistaa mahdollisimman monta samanaikaista puhekanavaa rajallisella siirtokaistalla ilman, että puheenlaatu kärsii liikaa. Puheen muuntamisessa analogisesta äänisignaalista digitaaliseen muotoon on useita eri tapoja, koodekkeja, joiden valintaan vaikuttavat muun muassa siirtotien kaistanleveys, käytetyt protokollat, haluttu äänenlaatu sekä virheensietokyky. Koodekki on käännöslainana englannin termistä *code* (*compress/decompress*), jolla tarkoitetaan pakkausta ja purkua. Samaa koodekkia on käytettävä lähettävässä ja vastaanottavassa päässä. Erilaisia koodaustekniikoita puhe- ja äänipakettien pakkaamiseksi on standardoitu useita. Puheen koodaustapa vaikuttaa pakettikokoon. Yleisessä puhelinverkossa käytetyssä PCM-koodauksessa (*Pulse Code Modulation*) vaaditaan siirtokaistaa pahimmillaan yli 100 kbit/s, kun puhe pakataan 10 millisekunnin paketteihin. Tehokas puheen koodaaminen kuitenkin heikentää äänen laatua.

Yleisimmät VoIP:ssä käytetyt koodaus/dekoodaus -tavat (*codec*) ovat seuraavat:

- G.711 (PCM), kompressoimaton 64 kbit/s, erittäin pieni viive
- G.723.1 u/A, 6,3 tai 5,3 kbit/s, noin 67,5 ms yksisuuntainen viive
- G.729, 8 kbit/s, noin 25 ms yksisuuntainen viive
- iLBC, 13,33 kbit/s 30 ms tai 15,2 kbit/s 20 ms kehyksin.

Kuvassa 9 on esimerkkinä tyypillisen G.729-koodekin muodostaman paketin rakenne.



Kuva 9. G.729-paketin koko ja rakenne

3.2.5 Palvelun laatu

Palvelun laatu, eli QoS (Quality of Service), tarkoittaa verkkopalvelun kokemaa palvelun laatua. Palvelun laatu riippuu aina itse palvelusta ja varsinkin siitä, minkälaisia vaatimuksia loppukäyttäjälle sille asettaa. QoS:lla pyritään takaamaan palvelun laatu verkossa, ja sen avulla voidaan vähentää esimerkiksi viivettä ja värinää verkon ollessa ruuhkainen. Tämä tavoite saavutetaan määräämällä VoIP-liikenteelle suurempi prioriteetti. IP-puhelimet ja vaihteet merkitsevät äänipakettien IPv4 otsikkoon ToS (Type of Service) -bitin, joka kertoo korkeasta prioriteettivaatimuksesta. VoIP-puheluiden yhteydessä palvelutaso tulisi pystyä määrittelemään niin, että viiveet, viiveen vaihtelu ja pakettien katoaminen olisivat mahdollisimman pieniä. VoIP-puheluiden laatua heikentävät viive, värinä, kaiku ja pakettien katoaminen.

Puhelintekniikassa viive on aika, joka kuluu äänen matkaan puhujan suusta kuulijan korvaan. VoIP-verkossa viive voidaan jakaa neljään eri tyyppiin: levitys-, käsittely-, sarjoitus- ja jonotusviiveeseen. Levitysviive muodostuu bittien edetessä verkoissa. Käsittelyviive syntyy pakettien käsittelystä. Kaikki laitteet, jotka välittävät paketteja verkossa, aiheuttavat käsittelyviivettä. Sarjoitusviive syntyy, kun siirrettävät bitit viedään esimerkiksi reitittimen rajapinnalle. Jonotusviive muodostuu, kun reitittimelle saapuu enemmän paketteja kuin se ehtii käsitellä. ITU-T:n G.114 suosituksen mukaan VoIP-verkon päästä päähän -viive ei saa ylittää 150 millisekuntia. Suurempi viive aiheuttaa pakettien pudotuksia, ja niiden myötä äänenlaadun huonontumista.

Värinä tarkoittaa paketin ajallista vaihtelua, joka esiintyy eri pakettien saapumisajankohdissa. Värinä on ominaista pakettikytkentäisille verkoille. Eri paketit voivat hidastua eri syistä ja matkata saman matkan eri nopeudella, koska jokainen paketti kulkee erillään toisista paketeista. Värinä aiheuttaa äänenlaadun heikkenemistä ja värinän syntymistä voidaan rajoittaa jonoilla, eli värinäpuskureilla, jotka piilottavat pakettien väliset viiveiden vaihtelut. Värinäpuskureita on staattisia ja dynaamisia. Staattinen värinäpuskuri pakottaa viiveen liian suureksi tai liian pieneksi. Tämä johtaa pakettien häviämiseen tai äänen laadun heikkenemiseen. Kehittyneemmässä dynaamisessa jonossa seurataan RTP-pakettien aikaleimoja, joiden perusteella päätellään, kuinka suuri värinä on. Dynaaminen jono kutistuu tai suurenee verkossa ilmeneen värinän perusteella. Yhteen lähetyssuuntaan muodostuvan värinän tulee olla alle 30 millisekuntia.

Kaiku tarkoittaa puhelun aikana oman äänen kuulemista viiveellä. Se voi muodostua verkossa olevien eri siirtomedioiden risteyksissä, kuten lähiverkosta siirryttäessä PSTN-verkkoon. Keskustelu häiriintyy ja siihen saattaa muodostua keskeytyksiä, kun kaiun viive ja voimakkuus kasvaa. Kaikua pyritään pienentämään kaiunkumoajilla. Niiden tehtävänä on verrata läpi kulkevia ääninäytteitä ja kumota saman kuvioinen vastakkaiseen suuntaan liikkuva liikenne. Kaiunkumoajia voidaan keskittää koodekkeihin, jolloin kaiku poistetaan yhdyskäytävän DSP:ssä. Kaiunkumoajia on myös ohjelmallisia.

Pakettien katoamisella tarkoitetaan tilannetta, jossa paketti lähetetään kohti vastaanottajaa, mutta paketti ei koskaan saavu perille. Syitä pakettien katoamiseen voi olla monenlaisia. Riittämättömästä kaistanleveydestä aiheutuu yleensä ruuhkatilanteita, joissa verkkolaitteet joutuvat pudottamaan osan liikenteestä pois. Virheitä pakettien sisältöön aiheuttavat erityisesti langattomat verkkotekniikat, mutta niitä esiintyy myös kupari- ja kuituverkoissa. VoIP-puheluissa jokainen pudonnut paketti tarkoittaa, että vastaanottaja ei kuule osaa lähetyksestä. Yhdessä paketissa on normaalisti 20 millisekuntia puhetta, eikä ihminen erota yhden paketin puuttumista puhelussa. Peräkkäiset pakettien putoamiset puolestaan aiheuttavat kuultavia katkoja. Jos yksi paketti puuttuu viestistä, vastaanottava laite odottaa sen saapumista värinäpuskurissa määritellyn ajan. Jos paketti ei saavu arvioidun ajan kuluttua, asema käyttää salaamisstrategiaa. Salaamisstrategiassa hävinneen paketin tilalla toistetaan edellinen paketti, jolloin vastaanottaja ei kuule hiljaisia väle-

jä. Jos useampi peräkkäinen paketti häviää, asema toistaa vain kerran edellisen paketin. Pakettien häviämistä voidaan olennaisesti vähentää verkon suunnittelulla ja palvelunlaadun hallinnalla. [13.]

3.2.6 *Äänen aktiviteetin havaitseminen*

VoIP-tekniikassa pyritään siihen, että paketteja lähetetään ja kaistaa kulutetaan vain silloin, kun henkilö puhuu. Tämän pyrkimyksen VoIP-tekniikka saavuttaa VAD (Voice Activity Detection) -ominaisuudella, joka tarkkailee puhelun aktiivisuutta. VAD kuuntelee puhelua ja se lopettaa puheen kehystämisen ja paketoinnin mikäli se havaitsee puheen katkeamisen 200 millisekunniksi. VAD:iin liittyy myös muutamia ongelmia. Lauseen alku saattaa leikkautua pois, koska VAD:n on vaikea erottaa puheen alkaminen. Taustakohina aiheuttaa myös ongelmia. Esimerkiksi jos puhelu soitetaan meluisasta tilasta, VAD ei erota, mikä on varsinaista puhetta ja mikä taustamelua. Mikäli taustamelu on korkea, saattaa VAD ottaa itsensä pois päältä puhelun alkaessa. [14.]

3.2.7 *Laskutus*

Pakettikytkentäisessä verkossa laskutuksen kannalta tärkeämpää on siirrettävä datamäärä, kuin yhteyteen käytetty aika. Tämän vuoksi VoIP-puheluiden laskutuksenkin olisi loogista perustua puheluun käytetyn ajan sijaan datamäärään, jonka puhelun aikana kulkevat puhepaketit käyttävät operaattorin omistamasta siirtotiestä.

Kuluttajille on tarjolla verkkopalveluita, joilla voi soittaa IP-puheluita. IP-puhelupalvelun avulla asiakas pystyy soittamaan internet/PSTN -yhdyskäytävän kautta yleiseen televerkkoon ja matkapuhelinverkkoihin sekä toisille palvelun käyttäjille, jolloin puhelu siirtyy internetissä. Palvelua voi käyttää joko PC:lle asennettavan asiakasohjelman ja kuulokemikrofonin kautta tai IP-puhelimella tai tavallisella analogisella puhelimella, jolloin asiakkaan tarvitsee lisäksi hankkia erillinen IP-puhelinsovitin. IP-puheluiden suurin etu kuluttajille on puheluiden edullisuus. Osalla palveluntarjoajista puhelut ovat ilmaisia saman operaattorin IP-puheluliittymiin. Taulukossa kaksi on erään IP-puhelinoperaattorin puheluhinnasto.

Taulukko 2. IP-puhelumaksut

Perusmaksut	€
Liittymismaksu	10,00
Perusmaksu / kk	4,00
Puhelumaksut	€
Samoihin liittyisiin	ilmaisia
Paikallispuhelut	0,01 / min + 0,06 / puhelu
Kaukopuhelut	0,04 / min + ppm
Matkapuhelimiin	0,15 / min + ppm
Palvelunumeroihin	palvelunumeromaksu + ppm
Ulkomaille (muut kuin oma palveluntarjoaja)	ulkomaanpuhelumaksu + ppm

4 PRH:N NYKYTILA

Tässä luvussa käsitellään Patentti- ja rekisterihallituksen puhelinjärjestelmän nykytilaa. Luvun osa-alueina ovat PRH:n puhelinjärjestelmän laitteisto, kustannukset ja vaatimuksia hankittavalle järjestelmälle.

4.1 Järjestelmän laitteisto

PRH:n puhelinjärjestelmän keskeisin laite on Siemens Hicom 330H puhelinvaihte. Puhelinvaihteen kapasiteetti on seuraava:

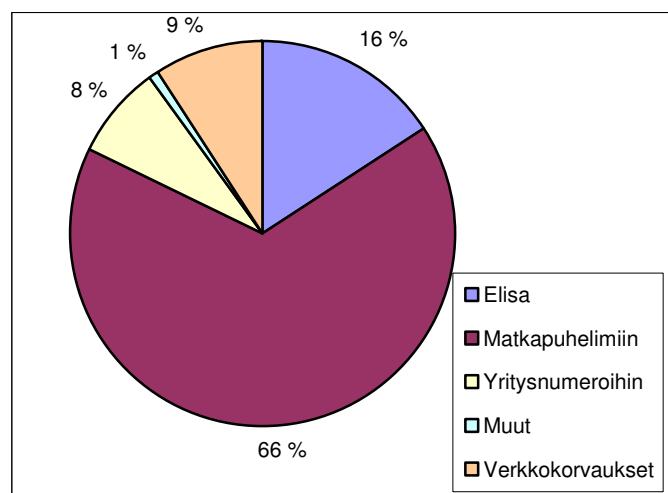
- 592 digitaalista alaliittymäpaikkaa, joista käytössä on 552
- 192 analogista alaliittymäpaikkaa, joista käytössä on 172
- 16 ISDN-S2 alaliittymäpaikkaa, joista käytössä on kolme
- 4 analogista keskusjohtoa, joista käytössä on yksi.

Vaihteessa on käytössä neljä välittäjän informaatiojärjestelmään liitettyä puhelunvälityspaikkaa. Välittäjillä on käytössään raportointiohjelmisto lähtevää liikennettä varten ja hallintaohjelmisto, jolla voidaan tehdä muun muassa alanumeroiden siirtoja, sarjamuutoksia ja digitaalipuhelimien näppäinmuutoksia. Välityspaikkaan tulevilla puheluilla asiakkaille annettava vastausviesti on valmiiksi nauhoitettu järjestelmään. Lisäksi vaihteeseen on kytketty puheposti, jonka avulla soittajat voivat jättää viestejä alaliittymille ja palvelusarjoille. Vaihteen Multi Message -tiedotelaitetta käytetään ruuhkatiedotteita ja yökytkentää varten. Henkilöstöllä on käytössä web-pohjainen tavoitettavuusjärjestelmä, jonka avulla he voivat ilmoittaa poissaoloistaan. Lisäksi kulunvalvontajärjestelmä päivittää poissaolotietoja tavoitettavuusjärjestelmään. Järjestelmän kautta henkilöstö voi hakea myös toistensa poissaolo- ja liittymätietoja ja lähettää osalle henkilöstöstä tekstiviestejä GSM-puhelimiin, joita henkilöstöllä on noin 130 kappaletta. Asiakaspalvelusarjoja on yhteensä 11 kappaletta, joissa on jäsenenä 83 alanumeroa. Henkilöstön päätelaitteista suurin osa on digitaalisia puhelimia, joita on noin 500 kappaletta. Lisäksi liikkuvalla henkilöstöllä, eli neljäsosalla koko henkilöstöstä, on käytössään PRH:n tarjoama matkapuhelin ja liittymä.

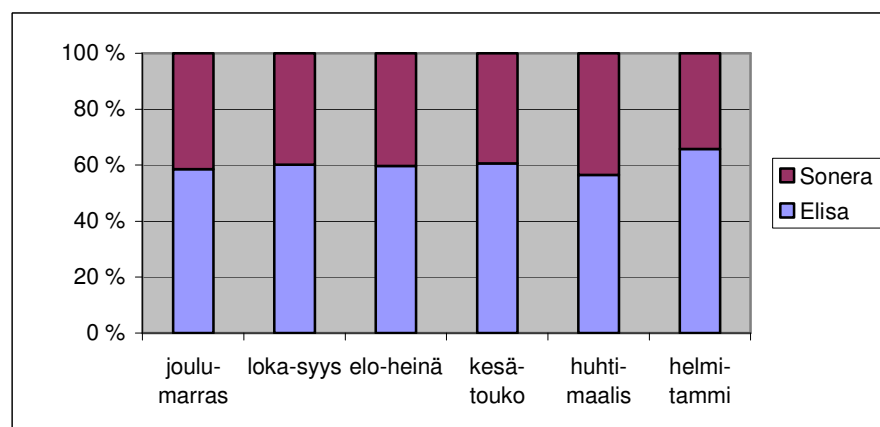
PRH:n lähiverkko on toteutettu kytkentäisenä siten, että runkokytkimenä toimii viidestä Cisco Catalyst 3750:sta koostuva kytkinpino. Kytkimet tukevat standardeja IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3ad, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x ja IEEE 802.1s. Kytkimien pinoamiseen on käytetty Cisco StackWise-teknologiaa. Kytkinpino toimii lähiverkossa L3 -tason reitittimenä. Talojakamoissa on pääasiassa Ciscon Catalyst -kytkimiä, jotka toimivat access-kytkiminä, eli työasemat kytkeytyvät suoraan näihin kytkimiin. Jakamoista on valokaapeleilla toteutettu 100 Mbit/s tai 1 Gbit/s yhteyksiä runkokyttimeen. Ulkooverkon nopeus on 10 Mbit/s. Langaton verkko (WLAN) on toteutettu Cisco AccessPoint 113 -tukiasemilla. WLAN-verkko ei kata koko kiinteistöä, sillä tukiasemat on sijoitettu kokous- ja neuvottelutilojen yhteyteen. WLAN-verkko on yhteydessä vain ulkooverkkoon. Voidaan päätellä, että PRH:n verkon nopeus on riittävä VoIP-puheluille, sillä pakkaamaton puheviesti vie vain 64 - 80 kbit/s. Pakattuna G.729-tiivistystekniikalla kaistavaatimus on vain 8 kilobittiä sekunnissa.

4.2 Kustannukset

PRH:n kiinteän puhelinjärjestelmän palveluntarjoajana on Elisa. Matkapuhelinoperaattorina toimii Sonera. Elisan kustannukset muodostuvat kiinteän puhelinjärjestelmän puhelumaksuista, muutamista GSM-liittymistä, sekä puhelinvaihteen kuukausimaksuista, huolloista ja asennuksista. Elisan kustannuksista 58 % on puhelumaksuja. Kuvassa 10 on esitetty ympyräkaaviolla Elisan puhelumaksujen muodostuminen. Soneran kustannukset syntyvät puhelumaksuista, paikallisverkkomaksuista ja liittymien kuukausimaksuista. Kuvassa 11 on esitetty PRH:n puhelinjärjestelmän kustannuksien jakautuminen palveluntarjoajille vuonna 2006.



Kuva 10. Elisan puhelumaksujen erittely



Kuva 11. Puhelinjärjestelmän kustannuksien jakautuminen vuonna 2006

Kuvasta 11 nähdään, että matkapuhelinliittymät aiheuttavat noin 40 % koko puhelinjärjestelmän kokonaiskustannuksista. PRH:n vuoden 2006 puhelinlaskujen mukaan 70 % matkapuhelimilla soitetuista puheluista suuntautui halvimpaan vaihtoehtoon, eli Soneran liittymiin. Matkapuhelinlaskuista on poistettu yksityispuheluiden aiheuttamat kustannukset. Soitettaessa yksityispuhelua numeron eteen on näppäiltävä numerosarja 151. Numerosarjan avulla operaattori erottaa soitettavan puhelun yksityispuheluksi. Operaattori erittelee laskuun yksityispuhelut. Tämän perusteella PRH laskuttaa käyttäjää. Yksityispuheluiden todellista määrää on kuitenkin vaikea arvioida, sillä havaintojen perusteella kaikki käyttäjät eivät tiedä tai halua käyttää yksityispuhelut erottavaa numerosarjaa.

Kuvasta kymmenen havaitaan, että 66 % kiinteän puhelinjärjestelmän puhelumaksuista aiheutuu matkapuhelimiin suuntautuneista puheluista. Kiinteään puhelinverkkoon kuitenkin soitettiin ajallisesti 30 % enemmän, ja kustannukset olivat vain noin neljännes matkapuhelimiin soitetuista puheluista.

Kustannuksia voitaisiin vähentää, jos jokainen henkilö käyttäisi vain yhtä päätelaitetta. Tällöin säästettäisiin puhelumaksuissa sekä kuukausimaksuissa ja vapautettaisiin ylimääräinen alanumero tai GSM-liittymä. Kallein puhelu on kiinteästä puhelinverkosta matkapuhelimeen soitettu puhelu. Tämän vuoksi tulisi kartoittaa ne käyttäjät, jotka soittavat alanumerostaan enemmän matkapuhelimiin kuin kiinteään puhelinverkkoon ja tarjota heille käytettäväksi matkapuhelinta. Yksityispuheluiden erottelu täytyisi perustua johonkin muuhun kuin puhelun alkuun näppäiltävään numerosarjaan, jotta käyttö olisi helpompaa ja laskutus vastaisi todellisuutta.

4.3 Vaatimukset

PRH:lle hankittavan puhepalvelujärjestelmän tavoitteet ovat

- toimintaympäristön hallittavuuden merkittävä parantaminen
- tulevaisuuden teknisiin ratkaisuihin vastaaminen
- henkilöiden tavoitettavuuden parantaminen ja sitä kautta palvelutason nostaminen
- resurssien oikea kohdentaminen.

Henkilöstölle tarjottavat peruspalvelut, asiakaspalvelujärjestelmä ja välittäjä-toiminnot asettavat vaatimuksia, jotka hankittava puhelinjärjestelmä tulee toteuttaa. Etenkin nykyisissä asiakaspalvelusarjoissa ja välittäjätoiminnoissa on havaittu puutteita, jotka hankaloittavat ja hidastavat palvelua. Suurin osa päätelaitteista on vanhoja ja välittäjän sovellukset eivät vastaa tämän päivän vaatimuksia. Seuraavaksi on esitetty toiminnallisuuksia, joita tuleva puhelupalvelujärjestelmä tulisi toteuttaa.

Puheviestinnän peruspalveluiden toiminnallisuuksia ovat:

- Järjestelmässä on web-liittymällä varustettu informaatiojärjestelmä, jossa on tiedot henkilöstön tavoitettavuudesta.
- Kulunvalvontajärjestelmä on liitettävissä informaatiojärjestelmään.
- Web-liittymän kautta henkilöstöllä on mahdollisuus päivittää omaa tavoitettavuuttaan.
- Informaatiojärjestelmässä on mahdollisuus tekstiviestien lähettämiseen henkilöstön matkapuhelimiin.
- Alaliittymille ja palvelusarjoille on puhepostilaatikat.
- Alanumeron päätelaitteesta on mahdollista tehdä soitonsiirto myös matkapuhelimeen.
- Järjestelmässä on tiedotelaitteisto taustamusiikille, ruuhkatiedoille ja yökytkentätiedoille.
- Tiedotelaitteiston informaatio on joustavasti vaihdettavissa.

Asiakaspalvelujärjestelmän toiminnallisuuksia ovat:

- Sarjan jäsenellä on mahdollisuus kirjautua useampaan eri palvelusarjaan.
- Sarjan jäsenille on näkymä odottavista puheluista ja muista sarjaan kirjautuneista jäsenistä.
- Järjestelmässä on tiedote ruuhkatilanteita varten ja mahdollisuus siirtää puhelu jonotusajan ylittyttyä.
- Ruuhkatilanteissa on mahdollista lisätä jäseniä sarjaan.
- Sarjat ovat asetettavissa yökytkentätilaan, jolloin soittajalle annetaan tiedote palveluajasta ja mahdollisuus jättää soittopyyntö.
- Järjestelmässä on mahdollisuus ottaa palvelutason raportteja sarjakohtaisesti ja jäsenen osalta.

- Raportit sisältävät vastatut, soitetut, varatut ja menetetyt puhelut, jonotusaika, jäsenen palvelusaika sekä ruuhkahuiput.

Välittäjäympäristön toiminnallisuuksia ovat:

- Välittäjillä on mahdollisuus tehdä alaliittymien muutoksia ja puhelinkoneiden määrittämiä.
- Poikkeustilanteita varten on mahdollisuus ohjata välityspisteeseen tulevat puhelut mihin tahansa PRH:n puhelinliittymään.
- Välityspisteeseen tulevaan kutsuun on mahdollisuus antaa äänitetty vastausviesti.
- Välitysohjelmisto on suomenkielinen.
- Numerohakupalvelu (Numeronetti tai Fonecta) on liitettävissä osaksi järjestelmän yhteyspalvelua.
- Informaatiojärjestelmä mahdollistaa erilaisten nimikkeiden ja hakujen muunneltavuuden asiakastarpeiden mukaan.
- Välittäjillä on näkymä sarjoihin kohdistuneista jonoista.
- Välittäjälle tulevat puhelut ovat siirrettävissä toiselle välittäjälle.
- Välittäjällä on näkymä sarjoista palautuville puheluille.
- Järjestelmässä on mahdollisuus ottaa raportteja yksilö- ja osastokohtaisesti tulevasta ja lähtevästä liikenteestä sisä- ja ulkopuheluissa.
- Raportti pitää sisällään puheluiden määrät, kestot sekä hinnat.

Hankittavassa järjestelmässä tulee myös olla liityntärajapinta Microsoft Active Directory -hakemistopalveluun, jotta henkilöstön tavoitettavuustiedot voitaisiin pitää yhdellä palvelimella. Käytännössä tämä tarkoittaisi muun muassa sitä, että Active Directory -palveluun päivitetyt henkilötiedot olisivat myös käytössä informaatiojärjestelmän tietokantana.

5 VAIHTOEHTOISET RATKAISUT

Tässä luvussa käsitellään PRH:n nykyisen puhelinjärjestelmän korvaavia vaihtoehtoisia ratkaisuja. Luvussa käydään läpi VoIP-, matkapuhelin- ja yh-

distelmäratkaisu. Lisäksi paneudutaan Siemensin ja Cisccon ratkaisuihin, koska PRH:n IP- ja puhelinverkossa on käytössä heidän tekniikkaa. Lisäksi he järjestivät esittelytilaisuuden ratkaisuistaan.

5.1 VoIP-ratkaisu

VoIP-ratkaisuun tarvittavat laitteet riippuvat valittavasta puhepalvelustandardista. SIP-standardista on muodostumassa yleisesti VoIP:ssa käytetty standardi ja sitä tukevat suurimmat laitevalmistajat. Tämän vuoksi esitelty VoIP-ratkaisu perustuu SIP-standardin laitteistoon.

SIP:n käyttöön tarvittavat laitteet ovat:

- IP-puhelinvaihte, SIP-/PSTN-yhdyskäytävä
- IP-välityspalvelin
- päätelaitteet
- UPS-laitteet.

SIP-standardissa organisaatio tarvitsee oman IP-puhelinvaihteen, joka on yhdistetty yleisen televerkon yhdyskäytävään. Jokaisen työntekijän käyttöön annetaan henkilökohtainen IP-puhelinlaite, joka on mahdollista kytkeä mihin tahansa lähiverkkopistokkeeseen. Laitteen tulee osata konfiguroida itse itsensä IP-puhelinvaihteen kanssa ja pyytää autentikointia käyttäjätietokannasta. Laitteen käyttäjän vastuulle ei jää muuta kuin itsensä kirjaaminen järjestelmään salasanan avulla. Toinen tapa on hankkia työntekijöille ohjelmistopuhelimet ja kuuloke-mikrofoni-yhdistelmät, koska kaikilla työntekijöillä on käytössään tietokone. Puhelinohjelmisto voi olla käynnissä muiden prosessien kanssa yhtä aikaa, mutta on kuitenkin huomioitava että tietokoneen ollessa suljettuna myöskään puhelin ei ole käytössä. Sähkökatkoja varten VoIP-ratkaisu tarvitsee varasähköjärjestelmän, UPS-järjestelmän (Uninterruptible Power Supply). On kuitenkin todettava, että sähkökatkot ovat erittäin harvinaisia Helsingin ydinkeskustassa.

VoIP-ratkaisu vähentää puhelukustannuksia, sillä yrityksen sisäiset puhelut ovat IP-verkon sisällä ilmaisia eikä työpisteen vaihtamiseksi tarvita puhelinasennuksia. Lisäksi ratkaisu vähentää ylläpitokustannuksia, koska käytössä on vain yksi verkko. Ratkaisuun siirryttäessä tulee kuitenkin kustannuk-

sia, kun hankitaan IP-puhelinvaihte ja 500 VoIP-päätelaitetta. VoIP-ratkaisu lisää henkilöstön liikkuvuutta. Etätöissä yrityksen VoIP-liittymän käyttäminen onnistuu kytkemällä VoIP-puhelin verkkoon ja VPN-yhteyden (Virtual Private Network) avulla päästään yrityksen sisäverkkoon.

VoIP on vain yksi IP-verkkojen monista sovelluksista, joten turvaamiseen voidaan käyttää tuttuja toimintatapoja. Yritysten sisäiset VoIP-järjestelmät saadaan turvattua melko tehokkaasti ja yksinkertaisesti, kun huomioidaan seuraavat asiat:

- VoIP-palvelimet sijoitetaan eri lähiverkkoihin ja hallinta-alueisiin kuin muut palvelimet.
- Päästetään vain harvat ylläpitäjät VoIP-palvelimiin.
- Eristetään VoIP-liikenne omaan virtuaaliseen lähiverkkoonsa (VLAN) intranetissä.
- Minimoidaan niiden protokollien ja koneiden määrä, jotka pääsevät kommunikoimaan VoIP-verkkoon.
- Todennetaan käyttäjät vahvasti aina kun se on mahdollista.
- Salataan VoIP-liikenne aina kun se on mahdollista.
- Huolehditaan tietoturvaan vaikuttavista muista osa-alueista, kuten tukijärjestelmistä ja prosesseista.

5.2 Matkapuhelinratkaisu

Matkapuhelinratkaisussa PRH hankkii jokaiselle työntekijälleen liittymän yhdeltä operaattorilta. Liittymien suuren määrän ansiosta ja keskittämällä koko puhelinliikenne yhden operaattorin verkkoon päästään sopimukset neuvottelemaan halvemmiksi. Puhelujen minuuttihintoja neuvotellessa soitetut puhelut tulisi jaotella kolmeen kategoriaan: sisäpuheluihin, puhelut saman operaattorin liittymiin ja muihin matkapuheluihin. Matkapuhelinratkaisun kustannusyöty saavutetaan, kun nykyinen matkapuhelimen ja kiinteäpuhelinverkon välinen puheluhinta saadaan laskettua tuntuvasti pienemmäksi. Matkapuhelinratkaisussa kustannuksia tulee aluksi matkapuhelinten hankinnasta. Vaihderatkaisu hankittaisiin palveluna operaattorilta, joten vaihteen laitteisto ei tarvitse investointeja. Välittäjät voivat hallinnoida vaihdetta web-liittymän kautta. Matkapuhelinratkaisulla henkilöstön tavoitettavuus paranee huomati-

tavasti. Lisäksi matkapuhelimiin on mahdollista ottaa käyttöön sähköposti-toiminto, jolla voi hallinnoida omaa PRH:n sähköpostia.

5.3 Yhdistelmäratkaisu

IP-konvergenssi, eli puheen ja datan yhdistäminen IP-verkossa, tarjoaa paljon etuja, joilla varmistetaan nopea pääoman tuotto. Se on myös edellytys viestinnän integroinnille olemassa oleviin liiketoimintasovelluksiin. Reaaliaikaiset IP-järjestelmät ovat tämän ratkaisun kulmakiviä. Niissä yhdistyvät perinteisten tietoliikennejärjestelmien suorituskyky ja luotettavuus sekä reaaliaikaisen IP-pohjaisen viestinnän monet edut ja vaihtoehdot.

Yhdistelmäratkaisussa hyödynnetään olemassa olevaa piirikytkentäistä verkkoa, jonka rinnalle lisätään pakettikytkentäisen verkon toimintoja. Yhdistelmäratkaisun tavoitteena on saada vain yksi päätelaite jokaiselle käyttäjälle. Jos puhelun soittajalla on valittavanaan monta päätelaitetta, hänen valintapäätöksensä ei useinkaan perustu kustannuksiltaan edullisimman valintaan, mikäli työnantaja maksaa laskun.

Matkapuhelimiin soitettujen puheluiden kulujen madaltaminen on mahdollista lisäämällä paketti- ja piirikytkentäisten verkkojen rajapintaan erityinen elementti esimerkiksi Nokia PBX Connectivity Terminal 32, joka tunnistaa yleiseen televerkkoon menossa olevan puhelun matkapuhelinliittymään soite- tuksi ja siirtää sen lähimpään matkapuhelintukiasemaan. Näin puhelun laskutusperuste vaihtuu kalliimmasta kiinteä-matkapuhelin-veloituksesta edullisempaan matkapuhelin-matkapuhelin veloitukseen. [15.]

SIP-standardin ansiosta yhdistelmäratkaisussa voidaan ottaa käyttöön GSM-alaliittymiä, jotka toimivat yrityksen WLAN-verkossa. GSM-puhelin tarkkailee WLAN:n kuuluvuutta ja mikäli verkko ei ole käytettävissä puhelin siirtyy automaattisesti käyttämään GSM-verkkoa. Puheen siirtäminen WLAN-verkossa, eli VoWLAN (Voice over WLAN) vaatii hyvälaatuisen WLAN-verkon ja palvelutason (QoS) määrittämisen. GSM-alaliittymien merkittävin etu on puhelukustannusten väheneminen. Lisäksi käyttäjällä on vain yksi puhelinumero sekä puhepostilaatikko. Eniten tästä on hyötyä liikkuvalla henkilöstölle, joka työskentelee myös toimipaikan ulkopuolella.

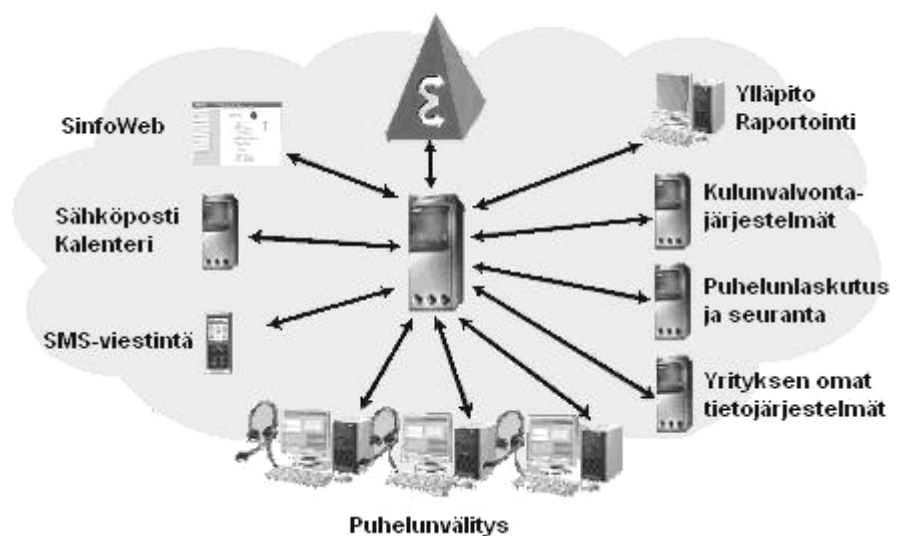
5.4 Siemensin ratkaisu

Siemensin ratkaisu perustuu HiPath-vaihteeseen. HiPath 4000 on Hicom 300 H -järjestelmän kehittyneempi versio. Siemensin ratkaisu on kustannus-
tehokas, sillä se turvaa aiemmat Hicom-investoinnit. Esimerkiksi olemassa
olevia Optiset E -puhelimia voidaan edelleen käyttää ja ne voidaan tarvitta-
essa korvata tehokkaammilla OptiPoint- tai OptiClient-puhelimilla. Hicom
300 H -järjestelmän konversiossa nykyiset käyttöjärjestelmäohjelmistot päivi-
tetään HiPath 4000 -ohjelmistoksi. Samalla suorittimet korvataan tehok-
kaammilla Power Pentium -suorittimilla. Myös järjestelmämuisti, kovalevyt ja
magneettis-optiset levyt päivitetään uusia vaatimuksia vastaaviksi.

HiPath 4000 -vaihteen keskeisimmät edut:

- evoluutiopolku puhtaaseen IP-pohjaiseen puheratkaisuun
- tuki analogisille, digitaalisille sekä IP-päätelaitteille
- avoimiin standardeihin perustuva liitettävyys (H.323, SIP)
- SIP-tuki, sekä päätelaite-, verkotus-, että runkoverkkoyhteyksissä
- salaus sekä puhe että signaalintiliikenteelle
- laaja tuki integroiduille sovelluksille.

Kuvassa 12 on esimerkki laitteista ja ohjelmistoista joita voi kytkeä HiPath-
vaihteeseen.



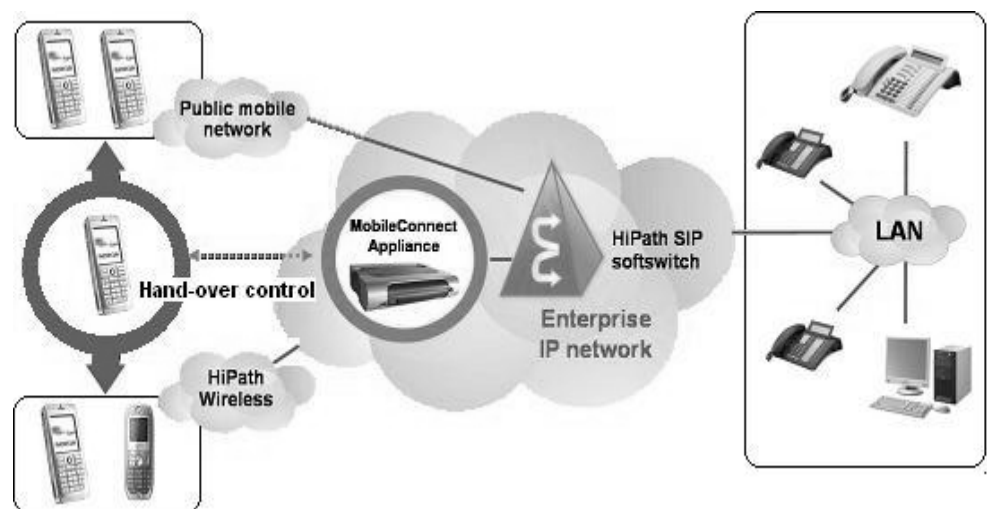
Kuva 12. HiPath-ratkaisuun integroitavat järjestelmät [18.]

HiPath ratkaisu tukee myös langatonta ympäristöä HiPath Wireless-ohjaimen avulla. Sen tehtävänä on reitittää käyttäjän ja verkon välistä IP-liikennettä ja hallinnoida käyttäjäistuntoja ja käyttöoikeuksia.

Wireless-ohjaimen ominaisuuksia ovat

- käyttäjien segmentointi, tunneloitu liikenne tukiaseman ja ohjaimen välillä
- saumaton liikkumisen seuranta
- nopea roaming (alle 40 ms)
- suuri määrä puheluita tukiasemaa kohden (14 - 25 / tukiasema)
- VoWLAN, IP-puhelut langattomassa lähiverkossa
- SIP tuki
- HiPath puhepalvelimissa tuki WLAN puhepäätelaitteelle.

HiPath MobileConnect yhdistää VoIP:n, VoWLAN:n ja matkapuhelimet. MobileConnect muodostuu kahdesta komponentista, Mobile Connect Appliance:sta ja Mobile Connect Client:sta. Mobile Connect Appliance toimii WLAN:n ja IP-vaihteen välissä. Se tarkkailee ja hallinnoi matkapuhelinta. Mobile Connect Client on sovellus, joka asennetaan matkapuhelimeen. Se kommunikoi Mobile Connect Appliance:n kanssa navigoiden solujen vaihdosta. Kuvassa 13 on kuvattu HiPath-vaihteessa toteutetusta WLAN-matkapuhelinjärjestelmästä.



Kuva 13. Kuvaus MobileConnect Appliance –arkkitehtuurista [18.]

Siemensin ratkaisu on kokonaisvaltainen ja siitä löytyvät monipuoliset sovellukset välittäjille, asiakaspalvelijoille sekä koko henkilökunnalle. Useimmat sovellukset voi hankkia optiona tarpeen mukaan ja niitä voi räätälöidä organisaation tarpeiden mukaan. Seuraavassa on esitetty Siemensin ratkaisun merkittävimpiä ja PRH:lle käyttökelpoisimpia sovelluksia ja niiden ominaisuuksia.

ComAssistant 2.0 on web-pohjainen puhelujenhallintaohjelma, jonka ominaisuuksia ovat

- käyttäjän puhelimen ja profiilin hallinta
- puhelujen suodatus määrittämällä sääntöjä profiileihin
- soitonsiirtojen hallinta
- jokainen käyttäjä voi luoda itselleen useita profiileja
- oman tavoitettavuuden muokkaus
- puheluloki, jossa vastatut, soitetut ja vastaamattomat puhelut
- ryhmien luonti
- käyttäjä näkee ryhmässä olevien henkilöiden puhelimen tilan
- pikanäppäimien määrittäminen
- liityntä LDAP-hakemistoihin (Lightweight Directory Access Protocol).

ProCenter -tuoteperheen sovelluksien ominaisuuksia ovat

- käyttäjien, profiilien ja ryhmien hallinta
- ryhmä- ja yksilötason raportointi
- agentin työpöytä integroituna softphonella
- läsnäolo ja yhteistyö toiminnot.

Client Desktop kuuluu ProCenter tuoteperheeseen. Client Desktop on asiakaspalvelijan työkalu, jonka ominaisuuksia ovat

- integroidut multimedia, läsnäolo ja yhteistyö toiminnot
- ryhmien monitorointi
- oman käyttöasteen näkymä
- kontaktien priorisointi
- asiakkaan yhteystietojen esilletuonti vastattaessa
- älykkäät tiedotepalvelut: jonotusaika, jonon määrä ja ruuhkailmoitus

- sarjan ylivuoto
- puheluserjoihin mahdollista lisätä agentteja
- integroimalla sähköposti järjestelmään saadaan pop-up-ilmoitukset, viestien vastauspohjat, sähköpostivirta lähettäjän ja vastaajan välillä.

SinfoWeb on web-pohjainen informaatiojärjestelmä, jonka ominaisuuksia ovat

- henkilöstön puhelinluettelo
- käyttäjän mahdollista muuttaa omia poissaolotietoja
- henkilön kalenterimerkinnot mahdollista synkronoida poissaolotietoihin
- mahdollista tehdä hakuja muun muassa osastoittain ja toiminimikkeittäin
- mahdollisuus lähettää tekstiviestejä GSM-puhelimiin
- click-to-call-toiminto, eli mahdollista soittaa klikkaamalla henkilön numeroa (optio).

AC-Win on puhelunvälittäjän ohjelmisto, jonka ominaisuuksia ovat

- tulevien keskusjohtopuheluiden välitys ennakoilmoituksella
- automaattivastaus mille tahansa puhelutyyppille
- lähtevien keskusjohtopuheluiden, yhdysliikenteen sekä sisäpuheluiden ohjaus
- minkä tahansa puhelun poiminta (esimerkiksi väärin välitetyn)
- puhelu- ja laskutustietojen ilmoitus
- numeronvalinta esimerkiksi cd-rom-luettelosta TAPI-rajapinnalla (Telephony Application Programming Interface).

5.5 Cisco ratkaisu

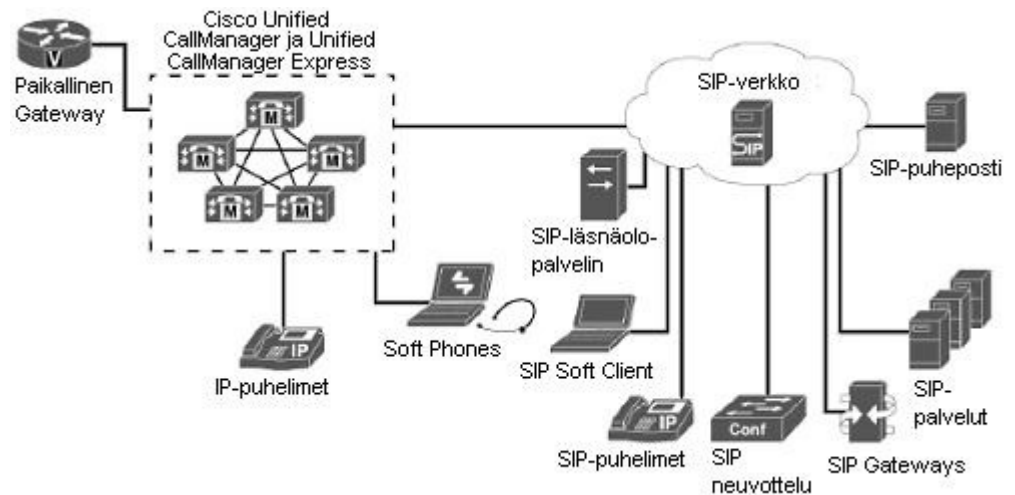
Cisco tarjoaa useita erilaisia puhepalveluratkaisuja. Cisco ratkaisut ovat räätälöitävissä asiakkaan koon ja tarpeiden mukaan, kuten Siemensinkin. Cisco ratkaisu perustuu puhtaasti IP-tekniikkaan. Cisco etu kilpailijoihin nähden on sen pitkäaikainen kokemus verkkoteknologian tuottajana.

Ciscon ratkaisun laitteisto koostuu Ciscon IP-vaihteesta, VoIP-yhdyskäytävistä ja IP-puhelimista. Lisäksi tarvitaan sovelluksia vaihteeseen, asiakaspalvelijoille ja peruskäyttäjille.

Ciscon ratkaisun päämääriä ovat tehokas henkilöstön tavoitettavuus ja resurssien käyttö, tehokas tietojärjestelmien hyödyntäminen sekä nopea ja joustava uusien sovellusten integroiminen. Organisaatio pystyy toimimaan tehokkaammin, kun tavoitetaan oikeat henkilöt ja resurssit ensimmäisellä yrityksellä. Olemassa oleva tietojärjestelmäkanta on mahdollista integroida Ciscon järjestelmään. Tämä nopeuttaa oikean tiedon löytämistä. Avoimet rajapinnat mahdollistavat helpot ja kustannustehokkaat sovellusintegroinnit.

Seuraavaksi esitellään PRH:lle käyttökelpoisimpia sovelluksia, joita ovat Cisco Unified Communications Manager, CallManager, ja Unified Contact Center.

Ciscon Unified Communications on kokonaisviestintäratkaisu, joka tarjoaa vastauksen yritysten monimediaviestinnän haasteisiin. Viestintäratkaisu on suunniteltu laajaksi sovelluskokonaisuudeksi, jota käytetään ja hallinnoidaan yhtenä järjestelmänä. Cisco Unified Communications pohjautuu CallManager-, Unity-, MeetingPlace- ja IPCC-sovelluksiin. Cisco Unified Communications Manager Express tuo Ciscon monipalvelureitittimiin puhelunhallintatoiminteet IP-puhelimille ja analogisille puhelimille. Tarvittavat tiedostot ja puhelinten määritykset talletetaan reitittimeen. Lisäksi järjestelmässä on monipuolisia liitäntöjä yleiseen puhelinverkkoon, laaja valikoima erilaisia dataverkon liitäntöjä, optiona saatavat integroidut puheposti ja automaattivälitys sekä laaja puhelinvalikoima. Cisco IOS-käyttöjärjestelmä tarjoaa monipuoliset, IP-pohjaisiin järjestelmiin suunnitellut puhelintoiminteet, kuten H.323- ja SIP-liitännät, palvelun laatutoiminteet (QoS) ja liitännämahdollisuuden erilaisiin H.323 Gatekeeper tai SIP Proxy -pohjaisiin verkkoihin. Kuvassa 14 on SIP-verkkoa hyödyntävä Ciscon puhepalveluratkaisu.



Kuva 14. Ciscon SIP-ratkaisu [19.]

Cisco CallManager on yrityskäyttöön kehitetty IP-puhelinratkaisun puhelujen prosessoinnista vastaava ohjelmistokokonaisuus, joka perustuu Ciscon AVVID-arkkitehtuuriin (Architecture for Voice, Video and Data). Cisco CallManager asennetaan Cisco Media Convergence Server -palvelimiin ja valikoituihin kolmansien osapuolten palvelimiin.

CallManager on perinteisesti käyttänyt IP-puheluiden signaloinnissa niin kutsuttua SCCP-protokollaa, Skinnya. Skinny on Ciscon spesifioima, ei-standardi protokolla, joka on pääasiassa tuettuna ainoastaan Ciscon omissa tuotteissa. CallManageria käyttävien päätelaitteiden välisissä puheluissa käytetyn Skinnyn lisäksi CallManager on hallinnut myös H.323-protokollan mukaisen signaloinnin. Versiossa neljä esitelty SIP-tuki mahdollistaa CallManagerin kommunikoida laitteesta ulospäin menevät yhteydet myös SIP-protokollalla.

CallManagerin käyttöliittymä sisältää muun muassa seuraavat toiminnot:

- palveluiden ohjelmoinnin
- osoitekirjan
- puhelun välittömän siirron
- lyhytvalintojen ohjelmoinnin
- puhelimen painiketekstien ohjelmoinnin
- viestin merkkivalon ohjelmoinnin
- kielen ohjelmoinnin palvelusivulle

- kielen ohjelmoinnin puhelimeen
- salasanan vaihtomahdollisuuden
- lisäpalvelujen latausmahdollisuuden
- PIN-koodin vaihtomahdollisuuden.

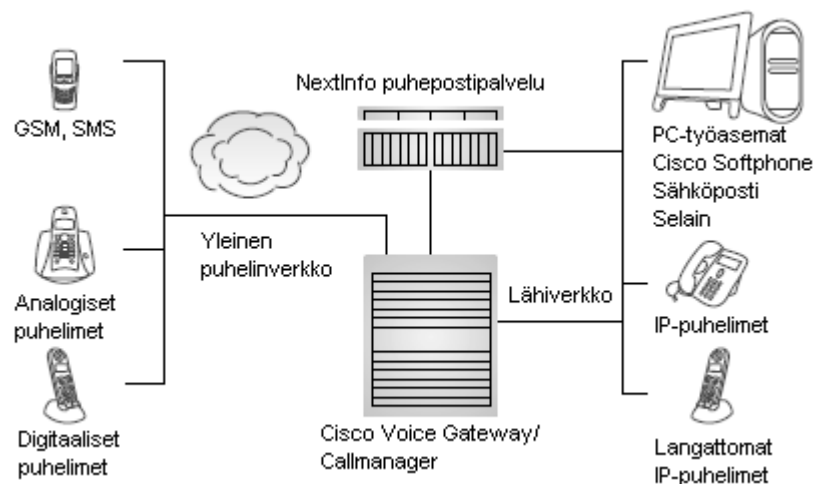
Cisco CallManager –ohjelmistotoimituksissa on seuraavat integroidut puhe-sovellukset ja apuohjelmat:

- Cisco CallManager versio 4.1 (puhelujen prosessointi- ja hallintaohjelmisto)
- konfiguraatietietokanta (sisältää järjestelmän ja laitteiden konfiguraatitiedot mukaan lukien numerointisuunnitelman)
- CAR (CDR Analysis and Reporting), joka on työkalu puheluliikenteen analysoimiseen
- BAT (Bulk Administration Tool) massakonfigurointien tekemiseen
- Cisco Attendant Console välittäjän työkalu
- Cisco CallManager RTMT (Real-Time Monitoring Tool), joka on työkalu reaaliaikavalvontaan
- Cisco CallManager Trace Collection Tool, joka on työkalu jäljitystietojen kokoamiseen yhteen ZIP-tiedostoon
- Cisco Conference Bridge, joka on neuvottelusilta
- Cisco Customer Directory Configuration Plugin, joka mahdollistaa integroinnin Microsoft Active Directory tai Netscape Directory Server kanssa
- Cisco IP Phone Address Book Synchronizer, joka mahdollistaa synkronoinnin Microsoft Outlook tai Outlook Express osoitekirjojen kanssa
- Cisco IP Locale Installer, joka tarjoaa Cisco CallManager -ratkaisun mukauttamisen useille eri kielille (mukaan lukien suomen kieli)
- Cisco JTAPI, joka tarjoaa JTAPI-rajapinnan
- Cisco Telephony Service Provider, joka tarjoaa Cisco TAPI -rajapinnan
- Cisco TAPS (Tool for Auto-Registered Phones Support), joka mahdollistaa isojen IP-puhelinmäärien esikonfiguroinnin ja joustavan käyttöönoton
- Cisco Dialed Number Analyzer, joka on työkalu numeroanalyysin testaamiseen
- IPMA (IP Manager Assistant), joka on sovellusohjelmisto johtaja/sihteeritoiminnallisuuteen.

Unified Contact Center on asiakaspalvelua varten kehitetty sovellus, jonka ominaisuuksia ovat

- osaamiskeskuksiin perustuva puheluiden reititys
- asiakaspalvelun raportointi ja analysointi
- äänivalikko-ohjauksella toimiva automaattinen puhelinpalvelujärjestelmä
- kehittynyt puhelunreititys: puhelut reititetään automaattisesti asiakastietojen perusteella.

Kuvassa 15 on Ciscon NextInfo puhepostipalvelimen arkkitehtuuri. NextInfo tarjoaa henkilökohtaisen puhetiedotteen, jonotiedotteet, saapuneiden viestien eteenpäin lähetyksen ja viestien kuuntelemisen puhelimen, sähköpostin tai internet-selaimen kautta.



Kuva 15. Cisco NextInfo –puhepostipalvelin [20.]

6 SUOSITUS

PRH:n puhelinratkaisua tulee kehittää siten, että puhelunvälittäjien ja asiakaspalvelijoiden järjestelmien nykyiset ongelmat saadaan korjattua. Etusijalla ei ole kustannussäästöjen hakeminen vaan tekniikan päivittäminen nykyvaatimusten tasolle ja järjestelmän yksinkertaistaminen, jotta asiakaspalvelua ja henkilöiden tavoitettavuutta voidaan tehostaa. Kustannussäästöjä tul- laan kuitenkin saamaan asiakaspalvelun ja henkilöstön tavoitettavuuden te-

hostumisen kautta, mikäli jokainen henkilö alkaa käyttää vain yhtä päätelaitetta sekä siirrytään käyttämään VoIP-tekniikkaa. Pidemmälle tulevaisuuteen ulottuvien ratkaisujen kulurakennetta on mahdotonta nähdä, koska puheluiden laskutusperusteet saattavat muuttua uusien järjestelmien myötä.

PRH:lle hankittavan puhepalvelujärjestelmän ei kannata perustua pelkkään VoIP-tekniikkaan, koska käytössä oleva päätelaitekanta on hyvässä kunnossa ja 500 puhelimen uusiminen lisäisi tarpeettomasti kuluja. Hankittavan vaihderatkaisun tulisi hyödyntää sekä piiri- että pakettikytkentäistä verkkoa, jolloin voidaan hyödyntää nykyistä laitteistoa ja mahdollistetaan VoIP-tekniikkaan siirtyminen tulevaisuudessa. Ratkaisussa tulee lisäksi olla tuki SIP-protokollalle, jotta voidaan ottaa käyttöön muun muassa GSM-alaliittymiä.

Puhelinvaihteen laitteisto on syytä asentaa PRH:n tiloihin, sillä ulkopuolella oleva vaihde asettaisi suuren laatuvaatimuksen yhteydelle. Lisäksi PRH:lla on hyvät laitetilat, joihin vaihde voidaan asentaa. Sijainnilla ei ole ylläpidon kannalta merkitystä, koska yleensä suurin osa mahdollisista ongelmista on sovellustason ongelmia, jotka palveluntarjoaja pystyy hoitamaan etäyhteyden avulla.

Hankittava järjestelmä voitaisiin ottaa vaiheittain käyttöön. Ensimmäisessä vaiheessa tulisivat käyttöön puhelinvaihteen tekniikka sekä uudet sovellukset puhelunvälittäjille, asiakaspalvelijoille ja muulle henkilöstölle. Samalla liikkuva henkilöstö saisi käyttöön SIP-protokollaa tukevat GSM-puhelimet, ja koko henkilöstö siirtyisi käyttämään vain yhtä päätelaitetta. Toisessa vaiheessa siirryttäisiin käyttämään VoIP-puhelimia. VoIP-puhelimiin siirtyminen tapahtuisi siten, että aluksi vain rikkoutuneet päätelaitteet vaihdettaisiin VoIP-puhelimiin. Lisäksi uudet työntekijät saisivat aina VoIP-puhelimet. Tällaisen ”pehmeä” siirtymisen ansiosta organisaatio vähitellen sopeutuu tulevaan ratkaisuun. Lisäksi saadaan kokemusta, jota voidaan hyödyntää koko organisaation siirtymisessä VoIP-tekniikkaan. Kolmannessa vaiheessa koko organisaatio siirtyy käyttämään VoIP-puhelimia. Puhelimet voisivat olla VoIP-päätelaitteita tai sovelluspuhelimia henkilön mieltymyksen mukaan. Pakettikytkentäiseen puhelinratkaisuun siirryttäessä tulee muistaa, että tavallisia fakseja ei voi enää käyttää mikäli tavallinen puhelinverkko jää kokonaisuudessaan pois käytöstä. Tämän vuoksi tulevassa ratkaisussa pitää olla huomioitu faksit ja niiden tarpeellisuus. Jos fakseja tarvitaan, niin järjestel-

mässä tulee olla analogisia alaliittymäpaikkoja tai faksilaitteet vaihdetaan faksipalveluihin tai käytetään T38-protokollaa, mikäli järjestelmä perustuu VoIP-tekniikkaan.

7 HANKINTA

PRH:n puhepalveluratkaisun hankinnassa käytetään julkisten hankintojen menettelyä, kuten luvussa kaksi kerrottiin. Hankintaa varten laadittiin tarjouspyyntö, joka on liitteessä 1. Tarjouspyynnön kohteena on kokonaisvaltainen puhepalveluratkaisu, joka koostuu

- puheviestinnän peruspalveluista
- puhelinvaihteen päätelaitteista
- matkapuhelinten vaihdeintegraatiosta
- vaihteenhoitoympäristöstä
- asiakaspalvelusarjoista
- liitännöistä asiakkaan tietokantoihin ja ohjelmistoihin
- konsultoinnista
- koulutuksesta
- ylläpidosta.

Ratkaisun tarjoajien tulee suunnitella kokonaistoimitus projektina, jossa toimittaja ottaa vastuun suunnittelusta, asennuksesta, integroinnista, testauksesta, tarvittavasta koulutuksesta ja kokonaisuuden käyttöönotosta.

Tarjousten vertailussa otetaan huomioon ennalta ilmoitetut vertailuperusteet, koska tarjouksen valintaperusteena käytetään kokonaistaloudellista edullisuutta. Tarjousten vertailua varten laadittiin Excel-taulukko, jolla pisteytetään tarjoajien ratkaisut ja eniten pisteitä saanut tarjous valitaan PRH:n puhepalveluratkaisuksi. Arvioinnin kriteereinä käytetään hintaa sekä ratkaisun toiminnallisuutta ja soveltuvuutta.

Tarjotun järjestelmän toiminnallisuutta ja soveltuvuutta arvioidaan osaluilla (lueteltuna tärkeysjärjestyksessä):

- asiakaspalvelusarjat
- vaihteenhoitoympäristö
- puheviestinnän peruspalvelut

- matkapuhelinten vaihdeintegraatio
- puhelinvaihteen päätelaitteet
- liitännät asiakkaan tietokantoihin ja ohjelmistoihin
- ylläpito
- referenssit.

Tarjousten käsittely muodostuu seuraavista osa-alueista:

- tarjoajan kelpoisuuden tarkistamisesta (mukaan lukien tarjouksen tarjouspyynnön mukaisuus)
- tarjousvertailusta
- hankintapäätöksestä
- sopimusneuvotteluista.

Tarjouskilpailun ensimmäisessä vaiheessa suljetaan pois ne tarjoajat, joiden taloutta ja muuta toimintaa koskevien tietojen perusteella ei voida arvioida selviävän tarjouspyynnön velvoitteista. Jos tarjoaja ei voi esittää, että se on asianmukaisesti hoitanut verot ja työnantajamaksut, se suljetaan pois tarjouskilpailusta.

Tarjouskäsittelyn jälkeen käydään valitun toimittajan kanssa yksityiskohtaiset kahdenväliset sopimusneuvottelut. Neuvottelujen tarkoituksena on sopiminen yksityiskohdista ja käytännön järjestelyistä.

Uuden puhepalvelujärjestelmän valinta tehdään lokakuun 2007 aikana ja järjestelmän käyttöönoton ajankohdaksi on suunniteltu vuoden 2008 alkua. Tarjousten yksityiskohtainen käsittely jää tämän insinööritoiminnan ulkopuolelle.

8 PUHELINVERKKOJEN TULEVAISUUS

Perinteisestä GSM- ja puhelinjärjestelmistä ollaan siirtymässä IP-tekniikkaan. Seuraavaksi esitellään tulevaisuuden televerkkojen tekniikoita NGN (Next Generation Networks) ja 4G (Fourth-Generation).

8.1 NGN

NGN on ETSI ja ITU -standardointiorganisaatioiden antama nimitys tulevaisuuden televerkkojen kehitykselle ja suunnitelmille korvata nykyinen piirikytkentäinen TDM-pohjainen (Time-Division Multiplexing) verkko pakettikytkentäiseen IP-tekniikkaan pohjautuvalla NGN-verkolla.

Siirtyminen on seurausta muun muassa seuraavista kehitystekijöistä:

- Puhe on siirtymässä kiinteästä PSNT/ISDN-verkoista enenevässä määrin matkaviestinverkkoihin ja laajakaistaliittymiin.
- Perinteisen puhelinverkon liittymämäärä ja liikenne laskevat ja myös eräät verkon perusrakenteet kuten johdinpylväät ovat paikoin vanhenemassa.
- Valmistajat ovat lopettaneet nykyisten piirikytkentäisten välistysjärjestelmien kehittämisen, joten verkon uudistukset on toteutettava uutta tekniikkaa käyttäen.
- Nykyisten järjestelmien käyttöikä on päättymässä ja tekniikkaa halutaan yhtenäistää.
- Laajakaistaliittymät yleistyvät ja IP-tekniikka mahdollistaa myös nykyisen puhelinverkkojen palveluiden toteuttamisen.
- Multimediapalveluiden kysynnän uskotaan kasvavan lähitulevaisuudessa.

NGN-verkon liikenteenvälitys pohjautuu suurikapasiteettiseen IP/MPLS-runkoverkkoon, jota ympäröi maan kattava Metro Ethernet -verkko. Tämän IP/Ethernet -pohjaisen runko- ja alueverkon fyysinen taso toteutetaan optisilla WDM (Wavelength Division Multiplex) -tekniikoilla. Liityntäverkoissa hyödynnetään laajalti xDSL-tekniologiaa, jota täydennetään kuitupohjaisilla asiakasliitännöillä. NGN runkoverkko perustuu kuituoptisiin aallonpituuskanavointia käyttäviin 10 Gbit/s - 40 Gbit/s siirtojärjestelmiin ja IP/MPLS-runkoreitittämiin.

Liityntäyhteyksien nopeus kasvaa kiinteässä laajakaistaverkossa ja mobiiliverkossa. Kasvua tuo operaattorien asteittain käyttöönottava xDSL-tekniikka, esimerkiksi ADSL2+, sekä lisääntyvä kuituyhteyksien käyttö kiinteistöliittymänä, joka korvaa kupariliityntäverkon. Rakennusten sisäverkoissa, jotka on toteutettu kuparikaapeleilla, voidaan lähitulevaisuudessa käyttää nopeita kuparipohjaisia liityntäteknologioita esimerkiksi VDSL2:ta (Very High Speed Digital Subscriber Line 2). Haja-asutusalueilla, joille ei ole taloudelli-

sesti järkevää rakentaa kuituverkkoa, voidaan hyödyntää kiinteää langatonta laajakaistateknologiaa, esimerkiksi WiMax:ia (Worldwide Interoperability for Microwave Access), yritys- tai kuluttajaliittymän toteuttamiseksi. [17.]

8.2 4G

4G on yleisnimitys matkapuhelintekniikoille, jotka tulevat kolmannen sukupolven, 3G:n, jälkeen. 4G tulee perustumaan IP-tekniikkaan, jolloin päätelaitte pystyy liittymään saumattomasti kulloinkin käytössä olevaan verkkoon, oli kyse sitten WLAN-, WiMax- UWB- tai 4G-verkosta. ITU:n määrittämän 4G:n mukaan latausnopeuden tavoitteena on 1 Gbit/s paikallaan oltaessa ja 100 Mbit/s liikuttaessa. On kuitenkin arvioitu, että neljännen sukupolven langattomassa verkossa datasiirtotie saavuttaa yleisesti 100 Mbit/s nopeuden.

4G-tekniikoita ovat matalan vasteajan omaavat TCP/IP-pohjaiset mobiilit laajakaistatekniikat. Uudet tekniikat tehostavat olennaisesti verkkojen toimintoja ja tuovat lisää kapasiteettia. Uusien tekniikoiden tuomat nopeudet ja muut tekniset hyödyt tuovat puhelinverkkoihin uusia palveluita ja sovelluksia joita on ollut tähän asti tarjolla vain internetissä. 4G:n kaikkein keskeisin ominaisuus on niin sanottu läsnäkommunikaatio (ubiquitous communication), jonka ansiosta ihmisillä on haluamansa tiedot ja yhteydet saatavilla koko ajan ja joka paikassa.

UMB (Ultra Mobile Broadband) on 4G-tekniikkaa ja se on tuotenimi 3GPP2-projektille (3rd Generation Partnership Project 2), jonka tavoitteena on kehittää CDMA2000-matkapuhelinstandardi vastaamaan tulevaisuuden vaatimuksia. Järjestelmä käyttää OFDMA-teknologiaa (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) sekä kehittyneitä antennitekniikoita saavuttaakseen jopa 280 Mb/s datasiirtonopeuden. OFDMA on kehitetty OFDM-tekniikasta, ja sen suurin etu on alikanavointi. OFDM-moduloinnissa käytössä oleva taajuuskaista voidaan jakaa useaan kapeampaan lohkokseen. OFDM-moduloitu signaali kestää häiriöitä hyvin sekä soveltuu myös monitie-etenevään signaalointiin huomattavasti yhden kantoaallon modulointia paremmin. Alikanavoinnin ansiosta useampi laite voi lähettää dataa samaan aikaan.

UMB-projektin tarkoitus on tehostaa huomattavasti matkapuhelinjärjestelmän kapasiteettia parantamalla esimerkiksi radiotaajuustehokkuutta. Projektin tarkoitus on myös pienentää kuluja, parantaa nykyisiä palveluita, sekä saada lisää sisältöä matkapuhelinverkkoihin. Pää tavoite on tarjota käyttäjille

IP-pohjaiset palvelut täysin mobiilissa ympäristössä. UMB-standardisointia odotetaan valmiiksi vuoden 2007 puolivälin jälkeen, ja tekniikan odotetaan saavan lopullisen kaupallisen muotonsa vuoden 2009 puolivälissä. [16.]

9 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli tutkia PRH:n puhelinratkaisua ja kehittää sitä. Työssä tutkittiin nykytilaa ja tutustuttiin vaihtoehtoihin ratkaisuihin. Työssä laadittiin suositus siitä, miten PRH:n puhelinjärjestelmää tulisi kehittää. Suositus perustui nykytilan ja vaihtoehtoisten ratkaisujen analysointiin. Lopuksi tehtiin julkinen tarjouspyyntö, jonka avulla PRH:lle hankitaan uusi puhepalvelujärjestelmä.

Työ alkoi nykytilaan perehtymisellä. Siihen sisältyi laitteistoon ja kustannuksiin tutustuminen sekä välittäjien ja asiakaspalvelijoiden ongelmien selvittäminen. Dokumenttien selvittämiseen kului runsaasti aikaa, sillä niitä oli todella paljon.

Siemensin vaihtoehtoihin ratkaisuihin pääsin tutustumaan Perkkään toimipisteessä pidetyssä esittelytilaisuudessa. Siellä esiteltiin heidän omia ratkaisuja ja niiden soveltuvuutta PRH:lle. Muista vaihtoehtoisista ratkaisuista saatiin tietoa palaverissa ja internetistä.

Tarjouspyynnön laatiminen oli työn haasteellisimpia vaiheita. Tarjouspyynnön laatiminen alkoi PRH:n vaatimusten määrittämisellä. Tarjouksien vertailemista varten tehtyyn vertailutaulukkoon määritettiin vaatimukset ja järjestelmän hinnat ja niiden painoarvot. Taulukon avulla valitaan PRH:lle tuleva puhepalvelujärjestelmä. Tarjouspyyntö julkaistiin elokuussa ja valinta uudesta järjestelmästä tehdään lokakuun aikana.

Työssä tutustuttiin VoIP-tekniikkaan. Päädyttiin siihen tulokseen, että PRH:n tietoliikenneverkko on riittävän tehokas VoIP-puheluille, sillä pakkaamaton puheviesti vie 64-80 kbit/s, ja pakattuna esimerkiksi G.729-tiivistystekniikalla kaistavaatimus on vain 8 kbit/s. VoIP-tekniikkaan siirtymistä kuitenkin hidastaa uusien verkko- ja päätelaitteiden hankintapäätökset. Toisaalta erillistä puhelinlaitetta ei välttämättä tarvita lainkaan, sillä ohjelmistopuhelimet eivät

vaadi varsinaisia päätelaitteiden hankintoja vaan pelkkien lisenssien ja kuuloke-mikrofonien oston.

Työssä päästiin tutustumaan puhelinlaitteistoihin ja -ratkaisuihin. Suurin hyöty oli kokemuksen saaminen hankintaprojektista ja etenkin tarjouspyynnön laatimisesta.

Puhelinprojektin työryhmään kuuluneen henkilöstön kesälomat hättäsivät työn etenemistä ja tarjouspyynnön laatimista. Tämän vuoksi hankinnat kannattaisi suunnitella kesälomakauden ulkopuolella.

Työn tuloksena PRH:lle saadaan uusi puhepalvelujärjestelmä, joka sisältää puhelinvaihteen, puhelunvälityksen toteutuksen, asiakaspalvelusarjojen toteutuksen, liikkuvan henkilöstön puhelinratkaisun, raportointiominaisuudet sekä tarvittavat tuki- ja oheispalvelut.

VIITELUETTELO

- [1] Kauppa- ja teollisuusministeriö. *Julkiset hankinnat* [verkkodokumentti]. 15.6.2007 [viitattu 26.6.2007]. Saatavissa: <http://www.ktm.fi/index.phtml?s=102>.
- [2] Liikenne- ja viestintäministeriö. *Internet puhelut (VoIP)* [verkkodokumentti]. 28.2.2005 [viitattu 26.6.2007]. Saatavissa: http://www.mintc.fi/oliver/upl402-Julkaisu%2016_2005.pdf.
- [3] Haikonen, Pertti - Kääriäinen, Markku, *Kiinteiden verkkojen tulevaisuus* Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu nro 39/2004, 17.6.2004.
- [4] Teknologiateollisuus ry. *Tukiasemat ovat matkapuhelinverkon solmukohtia* [verkkodokumentti]. [viitattu 26.6.2007]. Saatavissa: <http://www.teknologia-teollisuus.fi/index.php?m=5&s=1&id=9246>.
- [5] Hämeen-Anttila - Risto, Hölttä, Pertti - Niinioja, Seppo, *Tietoliikennejärjestelmät*. Helsinki: Edita. 1996.
- [6] Hämeen-Anttila, Tapio, *Tietoliikenteen perusteet*. Jyväskylä: Teknolit. 2000.
- [7] Europa. *Komissio: matkapuhelinten verkkovierailujen hintakatosta poliittinen yksimielisyys kesään mennessä* [verkkodokumentti]. 23.5.2007 [viitattu 28.6.2007]. Saatavissa: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/07/696>.
- [8] Koivumäki, Antti. *Lyhyt johdatus digitaaliseen tiedonsiirtoon* [verkkodokumentti]. [viitattu 29.6.2007]. Saatavissa: http://moodle.stadia.fi/file.php/302/-Dig_tst1.pdf.
- [9] Wikipedia. *VocalTec* [verkkodokumentti]. 5.3.2007 [viitattu 2.7.2007]. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/VocalTec>.
- [10] Wikipedia. *VoIP* [verkkodokumentti]. 19.6.2007 [viitattu 2.7.2007]. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Voip>.
- [11] VoIPForo.com. *SIP* [verkkodokumentti]. [viitattu 3.7.2007]. Saatavissa: http://www.en.voipforo.com/SIP/SIP_architecture.php.
- [12] VoIPForo.com. *H.323* [verkkodokumentti]. [viitattu 3.7.2007]. Saatavissa: http://www.en.voipforo.com/H323/H323_objetives.php.
- [13] VoIPForo.com. *QoS* [verkkodokumentti]. [viitattu 4.7.2007]. Saatavissa: http://www.en.voipforo.com/QoS/QoS_Voip.php.
- [14] Wikipedia. *Voice activity detection* [verkkodokumentti]. 12.5.2007 [viitattu 4.7.2007]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Voice_activity_detection.
- [15] Westlake Communications Ltd. *Nokia 32* [verkkodokumentti]. [viitattu 12.7.2007.] Saatavissa: http://www.westlakecommunications.co.uk/-NOKIA_32_Nokia32.htm.

- [16] Wikipedia. *4G* [verkkodokumentti]. 18.7.2007 [viitattu 19.7.2007]. Saatavissa: <http://en.wikipedia.org/wiki/4G>.
- [17] Wikipedia. *NGN* [verkkodokumentti]. 27.6.2007 [viitattu 19.7.2007]. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/Next_Generation_Networking.
- [18] Kilpinen, Keijo, *Televiestinnän yritysratkaisut*, Siemensin julkaisu, 5.6.2007.
- [19] *Cisco IP Telephony Solution Reference Network Design Guide*, Ciscon julkaisu, 2003.
- [20] Cisco. *Next Info Puhepostipalvelin* [verkkodokumentti]. [viitattu 19.7.2007]. Saatavissa: http://www.cisco.com/web/FL/assets/docs/cisco_ip_esite.pdf.

TARJOUSPYYNTÖ PRH:N PUHEPALVELUISTA

Dnro: PRH 336/28/07

1 TARJOUKSEN PYYTÄJÄ

Tarjouksen pyytäjä on Patentti- ja rekisterihallitus, josta käytetään jatkossa lyhennettä PRH. Kuvaus PRH:n toiminnasta ja organisaatiosta löytyy osoitteesta www.prh.fi.

2 HANKINNAN KOHDE

Hankinnan kohteena on PRH:n puhepalvelut tämän tarjouspyynnön ja sen liitteiden mukaisesti.

Tarjoajan tulee suunnitella ratkaisun kokonaistoimitus avaimet käteen -projektina, jossa toimittaja ottaa vastuun suunnittelusta, asennuksesta, integroinnista, testauksesta, tarvittavasta koulutuksesta, ylläpidosta ja kokonaisuuden käyttöönotosta.

Hankinta koostuu:

- a) puheviestinnän peruspalveluista
- b) puhelinvaihteen päätelaitteista
- c) matkapuhelinten vaihdeintegraatiosta
- d) vaihteenhoitoympäristöstä
- e) asiakaspalvelusarjoista
- f) liitännöistä asiakkaan tietokantoihin ja ohjelmistoihin
- g) konsultoinnista
- h) koulutuksesta
- i) ylläpidosta.

Yksityiskohtainen kuvaus hankinnasta ja sen sisällöstä on liitteessä 1.

Tavoitteena on että puhepalvelujärjestelmän toimitukset suoritetaan vuoden 2007 aikana ja järjestelmän käyttöönotto alkaa koko laajuudellaan tammikuussa 2008.

3 HANKINTAEHDOT

3.1 Toimituksen resurssit

Tarjoajan tulee ehdottaa konsultteja puhepalvelujen toimitukseen liittyviin tehtäviin (konsultointi). Konsultointi sisältää suunnittelun, asennuksen ja käyttöönoton tehtävät. PRH varaa oikeuden hyväksyä tai hylätä ehdotetut konsultit. Tarjoajan tulee nimetä tarjoamalleen ratkaisulle projektipäällikkö.

3.2 Asennustilat ja varusteet

Puhepalvelukokonaisuus asennetaan osoitteeseen Arkadiankatu 6, 00100 Helsinki. PRH:lla on käytössä palvelintila, jossa on ylläpidossa n. 90 palvelinta. PRH tarjoaa palvelinympäristön, mikäli tarjottava järjestelmä tarvitsee Windows tai Linux (Suse/Redhat) ympäristöä.

3.3 Tarjousten hyväksyminen

PRH pyrkii löytämään puhepalvelujen toteuttamista varten yhden toimittajan. PRH voi kuitenkin hankkia puhepalvelut tai sen osan useammalta kuin yhdeltä toimittajalta, mikäli katsoo sen saatujen tarjousten perusteella tai muutoin harkintansa mukaan tarkoituksenmukaiseksi. PRH pidättää itsellään oikeuden hylätä kaikki tarjoukset.

3.4 Muut ehdot

Toimitusaikataulun viivästymisestä tai ratkaisun toimimattomuudesta johtuen on toimittaja velvoitettu korvaamaan asiakkaalle aiheutuvat välittömät ja välilliset kulut.

Hyväksytty toimittaja sitoutuu myyjän ja ostajan väliseen yhteistoiminnan kehittämiseen mm. tilausten, toimitusten, laskutuksen, raportoinnin, sopimuksen seurannan ja ympäristöasioiden osalta.

Tarjoajan tulee kehittää palvelukokonaisuutta PRH:n kanssa. Tarjoajan tulee sitoutua laitteiden ja sovellusten kehittämiseen sekä päivittämiseen 5 vuodeksi.

Tarjouksen tekijän tulee vastata nykyisten tietojen siirtoprojektin yhteydessä tarvittavasta yhteydenpidosta nykyisiin toimittajiin ja muutosten sopimisesta niiden kanssa.

4 HANKINTAMUOTO

Hankinta on arvoltaan kynnysarvon alittava. Hankintamuotona käytetään avointa hankintamenettelyä. Hankinnasta ilmoitetaan [julkiset hankinnat](#) ilmoituskanavassa. Hankintamenettelyssä noudatetaan julkisista hankinnoista annetun lain säännöksiä.

5 TOIMITTAJALTA VAADITTAVAT SELVITYKSET SEKÄ TARJOUKSEN SISÄLTÖ

Tarjoukseen on liitettävä seuraavat asiakirjat:

- I** Allekirjoitettu ilmoitus siitä, että
 - a) tarjoaja on täyttänyt velvollisuutensa maksaa sosiaaliturvamaksut
 - b) tarjoaja on täyttänyt velvollisuutensa maksaa säädetyt verot.
- II** Toimittajan tekniset toimintaedellytykset. Toimittajan esittely sekä aiemmat toimitukset, sekä tarjottujen konsulttien ja projektipäällikön osaaminen ja heidän aikaisemmat projektit. Toimittajalla tulee olla vähintään 5 onnistunutta tarjouspyynnön kaltaista toimitusta kunta- tai valtiohallinnossa Suomessa.
- III** Tarjouspyynnön liitteenä oleva hinnoittelulomake (liite 2).

IV Yksityiskohtainen selvitys tarjottavasta ratkaisusta, joka perustuu liitteessä 1 oleviin vaatimuksiin ja toiminnallisiin:

- a) Puheviestinnän peruspalvelut
- b) Puhelinvaihteen päätelaitteet
- c) Matkapuhelinten vaihdeintegraatio
- d) Vaihteenhoitoympäristö
- e) Asiakaspalvelusarjat
- f) Liitännät asiakkaan tietokantoihin ja ohjelmistoihin
- g) Konsultointi
- h) Koulutus
- i) Ylläpito

Tarjottavan ratkaisun sisältämät ne ominaisuudet, jotka eivät sisälly liitteen 1 toiminnallisiin tulee selkeästi ilmoittaa.

Tarjouksessa selvitykset tulee ehdottomasti numeroida edellä mainitun mukaisesti.

Tarjouspyynnön kohdassa 5 pyydettyjä selvityksiä **I** ja **II** käytetään tarjouksen kelpoisuuden arvioinnissa. Selvityksellä **III** arvioidaan hintoja. Selvityksellä **II** ja **IV** arvioidaan tarjotun järjestelmän toiminnallisuutta ja soveltuvuutta.

Toimittajan tilinpäätöstiedot tulee olla toimitettuna kaupparekisteriin. PRH tarkistaa nämä viran puolesta.

Tarjouksen hintatiedot (Alv 0 %) tulee ilmoittaa liitteenä olevalla hinnoittelutaulukolla (liite 2).

Tarjoukseen mahdollisesti sisällytetyt optiot tulee olla selkeästi eriteltynä ja hinnoiteltuna omaan liitteeseen. Optioiden osalta tarjouksen pyytäjä pidättää oikeuden hankintapäätöksen tekemiseen.

Tarjoajan tulee tehdä selvitys sovellusten käyttäjälisenssien hinnoittelusta ja hinnoitteluvasta (kiinteä, kirjautuneet vai tietueiden mukaan). Esityksessä tulee myös näkyä hinnoittelu mahdollisesti portaittain hankittaville lisensseille ja lisenssien erottelu peruskäyttäjiin, vaihteenhoitajiin ja asiakaspalvelijoihin.

Tarjouksessa on oltava päätelaitteiden ja keskuslaitteiden takuun pituus.

6 TARJOUSTEN VERTAILU

Tarjouksista valitaan se, joka on kokonaistaloudellisesti edullisin. Arviointiperusteina käytetään kriteereitä, jotka ovat seuraavat:

- Tarjotun järjestelmän hinta, painoarvoltaan 60 %.
- Tarjotun järjestelmän toiminnallisuus ja soveltuvuus, painoarvoltaan 40 %, jossa tärkeysjärjestyksessä ovat:
 - a) Asiakaspalvelusarjat
 - b) Vaihteenhoitoympäristö

- c) Puheviestinnän peruspalvelut
- d) Matkapuhelinten vaihdeintegraatio
- e) Puhelinvaihteen päätelaitteet
- f) Liitännät asiakkaan tietokantoihin ja ohjelmistoihin
- g) Ylläpito
- h) Referenssit.

Tarjousten käsittely:

1. Tarjoajan kelpoisuuden tarkistaminen (mukaan lukien tarjouksen tarjouspyynnön mukaisuus)
2. Tarjousvertailu
3. Hankintapäätös
4. Tarjouskäsittelyn jälkeen käydään valitun toimittajan kanssa yksityiskohtaiset kahdenväliset sopimusneuvottelut. Neuvottelujen tarkoituksena on sopiminen yksityiskohdista ja käytännön järjestelyistä.

Tarjouskilpailun ensimmäisessä vaiheessa suljetaan pois ne tarjoajat, joiden taloutta ja muuta toimintaa koskevien tietojen perusteella ei voida arvioida selviävän tarjouspyynnön velvoitteista. Jos tarjoaja ei voi esittää, että se on asianmukaisesti hoitanut verot ja työnantajamaksut, se suljetaan pois tarjouskilpailusta.

7 HINNAT

Tarjouksessa on ilmoitettava tarjottavien palvelujen hinnat ilman arvonlisäveroa liitteenä 2 olevan taulukon mukaisesti.

Tarjouksessa on annettava erikseen hinnat tarjotulle puhepalvelukokonaisuudelle: laitteistoille, sovelluksille, käyttäjälisensseille, matkapuhelinten vaihdeintegraatiolle, konsultoinnille, koulutukselle ja ylläpidolle.

Tekniikan hinta sisältää puhepalvelujen laitteiston hinnan: vaihdelaiteisto, vaihteenhoitoympäristön laitteisto, puhelinvaihteen päätelaitteet, asiakaspalvelusarjojen laitteisto, liitännät asiakkaan tietokantoihin ja ohjelmistoihin, puhelinvaihteen oheislaitteet ja päätelaitteet, sekä muut mahdolliset järjestelmän laitteet.

Sovellusten hinta sisältää tarjoajan tarjoaman puhepalveluratkaisun sovellukset: puheviestinnän peruspalveluiden sovellukset, puhelinvaihteen päätelaitteiden sovellukset, vaihteenhoidon ympäristön sisältämät sovellukset, asiakaspalvelusarjojen sovellukset, asiakkaan tietokantojen ja ohjelmistojen liitännät mahdollisesti tarvittavat sovellukset. Sovelluksien hinta pitää erotella hankintahintaan ja käyttäjälisensseihin: peruskäyttäjät, asiakaspalvelijat ja vaihteenhoitajat.

Matkapuhelinten vaihdeintegraation hinta sisältää tarjoajan tarjoaman matkapuhelinten vaihdeintegraation tekniikan asennettuna ja sovellusten hinnan.

Konsultoinnin hinta sisältää tarjoajan tarjoamien konsulttien 10 työpäivän hinta projektin vetämisestä: suunnittelusta, asennuksesta ja käyttöönotosta.

Koulutuksen hinta sisältää 20 päivää (120 tuntia) koulutusta.

Ylläpidon hinta sisältää tarjoajan tarjoamien palveluiden 5 vuoden ylläpidon hinta.

Hinnat tulee täyttää liitteessä 2 olevan hinnoittelutaulukon mukaisesti. Lisäksi tarjoajan tulee tehdä erilliset taulukot, joista selviää hinnoittelutaulukon osa-alueiden (laitteisto, sovellukset, käyttäjälisenssit, matkapuhelinten vaihdeintegraatio, konsultointi, koulutus ja ylläpito) sisältöjen hintojen muodostuminen.

Tarjoushintojen tulee pysyä muuttumattomina 31.12.2008 saakka. Hintojen mahdolliset tarkistukset voidaan tehdä kerran vuodessa ja muutoksista on ilmoitettava vähintään kaksi (2) kuukautta ennen niiden aiottua voimaan tuloa. Mahdolliset muutokset astuvat kuitenkin voimaan vasta asiakkaan hyväksymisen jälkeen. Mahdollisten toiminnallisten muutosten aiheuttamasta hinnanmuutostarpeesta neuvotellaan aina erikseen.

8 ALIHANKINNAT

Hankinnan kohteena olevien palvelujen tuottamisessa mahdollinen alihankkijoiden käyttö tulee selkeästi ilmoittaa. Toimituksen kokonaisvastuun tulee kuitenkin olla tarjoajalla.

9 LUOTTAMUKSELLISUUS

Viranomaisten toiminnan julkisuudesta annetun lain perusteella tarjoukset liitteineen ovat päätöksenteon jälkeen pääsääntöisesti julkisia. Tarjous on pyrittävä laatimaan siten, ettei se sisällä liike- tai ammattisalaisuuksia. Mikäli liike- tai ammattisalaisuuksien sisällyttäminen on kuitenkin järkevän tarjouksen tekemiseksi välttämätöntä, on siitä erikseen mainittava. Liike- ja ammattisalaisuudet on merkittävä erillisiin liitteisiin.

10 YLEISET SOPIMUSEHDOT JA ERIMIELISYYKSIEN RATKAISEMINEN

Tässä tarjouspyynnössä esitettyjen edellytysten lisäksi tehtävästä sopiminen perustuu valtion tietotekniikkahankintojen sopimusehtoihin vuodelta 1998 siten, että sovellettavaksi tulevat Valtion tietotekniikkahankintojen yleiset sopimusehdot 1998 (VYSE).

Helsingin käräjäoikeus ratkaisee kaikki tehtävästä sopimuksesta johtuvat erimielisyydet, joista osapuolet eivät pääse sopimukseen.

11 TARJOUKSEN JÄTTÄMINEN JA VOIMASSAOLO

Tarjous tulee toimittaa PRH:lle viimeistään 14.9.2007 klo 16.15. Määräajan jälkeen jätettyjä tarjouksia ei oteta huomioon. Tarjoukset pyydetään lähettämään ensisijaisesti sähköpostitse osoitteella kirjaamo@prh.fi otsikolla ”Puhepalvelutarjous”.

Jos tarjous tehdään kirjallisesti, se tulee toimittaa osoitteella: Patentti- ja rekisterihallitus, Kirjaamo, PL 1140, 00101 Helsinki. Kuoreen merkintä: ”Puhepalvelutarjous”.

Tarjouksen tulee olla suomenkielinen.

Tarjouksen on oltava voimassa 28.12.2007 saakka. Hankintapäätös pyritään tekemään lokakuun 2007 loppuun mennessä.

12 LISÄTIEDOT

Tarjouspyyntöön liittyvät kysymykset tulee jättää Word-tiedostossa sähköpostitse, osoitteella kristian.immonen@prh.fi 29.8.2007 mennessä. Sähköposti tulee otsikoida ”Puhepalvelukilpailu, kysymys”. Kaikki määräaikaan mennessä jätetyt kysymykset kootaan yhteen ja niihin vastataan siten, että kysymykset vastauksineen lähetetään kaikille tarjouspyynnön saajille kirjallisesti tai sähköpostilla 7.9.2007 mennessä.

Puhelimitse tehtäviin kysymyksiin ei vastata.

Helsingissä 21.8.2007

Patentti- ja rekisterihallitus,

Timo Junnonen, IT-päällikkö

13 LIITTEET

1. Nykytila ja hankinnan tekniset ja toiminnalliset soveltuvuudet
2. Puhepalvelujen hinnoittelu